ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JANVIER 1947.

PRÉSIDENCE DE M. Louis BLARINGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRICITÉ. — *Impédancemètre à tube cathodique.* Note [1] de M. **René Barthélémy**.

Il existe des appareils destinés à mesurer des impédances qui sont basés sur la méthode d'équilibrage d'un pont en courant alternatif. Les valeurs qui caractérisent l'impédance, c'est-à-dire le module Z et l'argument θ, ne sont obtenues qu'indirectement, après réglages d'un certain nombre de paramètres.

Une méthode simple, décrite ci-après, m'a permis, même dans les cas de fréquences relativement élevées, de réduire la manœuvre à celle d'un bouton principal, les valeurs des éléments Z et θ étant obtenues simultanément par lecture directe sur des cadrants gradués.

Le principe consiste, non pas à chercher l'équilibre dans la diagonale du pont, mais à comparer la phase de la tension existant entre les deux extrémités de cette diagonale (restée ouverte) à celle d'une tension de phase fixe, décalée de $\pi/2$ par rapport à la tension d'alimentation haute fréquence qui débite sur le pont.

Cette comparaison et, plus particulièrement, la coïncidence de phase, est visible sur un tube cathodique dont le faisceau est soumis, d'une part, à l'action déviatrice de la tension de référence et, d'autre part, à la tension de la diagonale du pont, agissant perpendiculairement. L'ellipse, ordinairement observée, se ramène à une droite quand il y a coïncidence de phase.

L'introduction du tube cathodique permet, par cette manœuvre, de déterminer la valeur du module Z de l'impédance, et de fixer le signe de l'argument θ ; la valeur de l'angle θ est donnée par un appareil auxiliaire utilisant les grandeurs des vecteurs au moment de la coïncidence.

La description suivante précise les points principaux de ce système.

---

(1) Séance du 20 janvier 1947.

Le pont de mesure reçoit la tension haute fréquence U entre les points A et B. Il est formé de trois résistances pures R_1, R_2, R_3 et de l'impédance à mesurer Z (*fig.* 1).

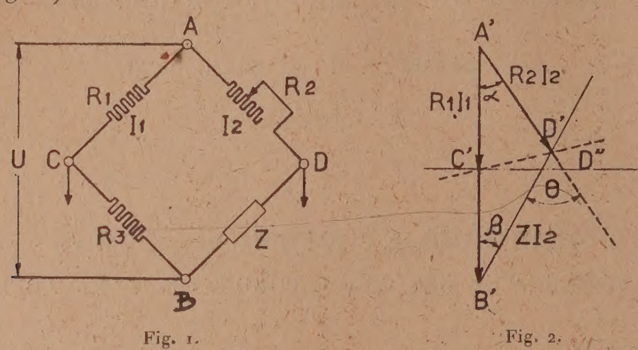


Fig. 1. Fig. 2.

Par construction, $R_1 = R_3$, et la résistance R_2 est étalonnée et réglable. Un courant I_1 passe dans la dérivation ACB et un courant I_2 dans les branches ADB.

Le diagramme des tensions s'établit comme il est indiqué figure 2 : la tension existant dans la diagonale fictive CD, supposée d'impédance très élevée par rapport à celles des branches du pont, est représentée par C'D', la notation A'B'C'D' du diagramme se rapportant aux lettres du schéma ABCD. La phase de la tension d'alimentation U est prise comme origine et coïncide avec celle du courant I_1. L'angle θ est défini par le décalage des vecteurs $R_2 I_2$ et ZI_2.

D'après le diagramme, on a

$$\theta = \alpha + \beta.$$

On règle R_2 de telle façon que la résultante C'D' devienne horizontale, en C'D'', on a, à ce moment, les relations suivantes :

$$Z = R_2 \quad \text{et} \quad \theta = 2\alpha,$$

qui donnent les valeurs cherchées.

On applique directement, ou par l'intermédiaire d'un amplificateur, la tension C'D' sur une des paires de plaques déviatrices d'un oscillographe cathodique, et l'on attaque l'autre paire de plaques par une tension, issue de la source U, décalée de $\pi/2$ par rapport à U, c'est-à-dire de la forme du/dt.

La manœuvre du bouton de réglage de la résistance R_2 modifie l'orientation du vecteur C'D', et l'ellipse décrite sur l'écran du tube cathodique change de forme, jusqu'à se confondre avec une droite, quand le réglage est correct. La valeur, lue à ce moment sur le cadran de la résistance R_2, indique la grandeur du module de l'impédance Z.

La position de la droite sur le tube cathodique donne en même temps le signe du décalage θ; pour un sens de connexions déterminé, la droite lumi-

neuse EE′ se trouve dans deux quadrants opposés, par exemple 1 et 3 (*fig.* 3) et indique une avance θ. Quand c'est un retard, la droite est placée dans la paire de quadrants 2-4, par exemple en $E_1 E'_1$.

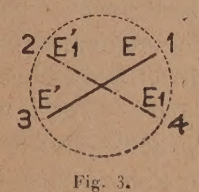


Fig. 3.

La mesure de l'angle θ s'effectue par la matérialisation du rapport $\tan\theta/2 = C'D'/A'C'$ au moment de la coïncidence de phases.

On pourrait déduire l'angle θ de la pente de la droite EE′; nous avons trouvé qu'il était plus commode d'utiliser un appareil auxiliaire.

A une constante près, la valeur A′C′ est celle de la source U. D'autre part, la grandeur du vecteur C′D′ est aussi proportionnelle à U; il est facile d'éliminer l'amplitude de cette tension en utilisant un appareil de mesure à deux cadres du type logomètre, chaque cadre recevant un courant redressé proportionnel, respectivement, aux tensions, convenablement amplifiées, C′D′ et U. L'aiguille du logomètre se déplace devant un cadran gradué, qui indique ainsi directement la valeur de l'angle θ, en degrés, indépendamment de la tension.

Nous avons utilisé depuis quelque temps un tel dispositif pour les mesures d'impédances complexes, avec des fréquences utilisées en radioélectricité; toutefois, sa précision devient aléatoire si la fréquence dépasse plusieurs mégacycles, car l'élément R_2 de comparaison ne peut être considéré comme résistance pure, et, d'autre part, le débit, dans la diagonale du pont, n'est plus négligeable. Si, dans certaines limites, la mesure du module est encore possible, celle de l'argument nécessite des corrections trop importantes pour justifier la dénomination de lecture directe, citée au début.

BOTANIQUE. — *Dimorphisme et symbiose chez le* Poa annua *L.*

Note de MM. **Joseph Magrou** et **Joseph Bouget**.

Le *Poa annua* (Paturin annuel) est une petite Graminée annuelle qui prolifère activement, pendant toute l'année, dans les plaines. On le trouve aussi dans les montagnes, où il remonte jusque dans la zone alpine. Divers auteurs, parmi lesquels Gaston Bonnier [1] et l'un de nous [2], ont indiqué que, dans les stations élevées, la plante perdait son caractère annuel et devenait pérennante vivace; elle se multiplie alors non par voie sexuée, mais par des rhizomes et des rejets.

---

(1) *Rev. gén. Bot.*, **32**, 1920, p. 305.

(2) J. Bouget, *Rev. gén. Bot.*, **30**, 1918, p. 305.

L'un de nous ([3]) a fait une étude détaillée de l'adaptation à la montagne de cette plante vulgaire de la plaine. Le type pérennant se rencontre, dans les pâturages du versant nord des Pyrénées (vallée de l'Adour, massif du Pic du Midi), au-dessus de 1200^m. Il reste localisé dans les lieux humides, tels que les parties concaves du flanc des montagnes où la neige séjourne longtemps. Il acquiert, en ces lieux, un développement abondant, une végétation puissante; il fournit en grande partie le tapis végétal compact qui recouvre le sol et il se distingue par sa belle couleur verte des plages environnantes. Il ne fleurit qu'exceptionnellement; de loin en loin seulement, une panicule témoigne qu'il s'agit bien du *Poa annua*, bien que l'appareil végétatif de la plante ainsi transformée diffère profondément de celui de l'espèce type.

On sait que la presque totalité des plantes herbacées vivaces, pourvues de tubercules, de bulbes ou de rhizomes, présentent, tout au moins lorsqu'elles vivent à l'état sauvage, des mycorhizes endotrophes. Les plantes annuelles, au contraire, en sont dépourvues ou, s'il arrive que des Champignons de mycorhizes tentent de les envahir, elles s'en affranchissent rapidement et totalement, comme l'a montré l'un de nous ([4]), par une phagocytose énergique.

Nous nous sommes proposé de rechercher si cette corrélation entre l'état vivace et l'adaptation à la symbiose mycorhizienne se retrouve dans le cas du *Poa annua*. A cet effet, des échantillons des deux types de cette espèce (type annuel et type vivace) ont été prélevés dans les stations et aux dates ci-après :

1° en plaine, à Bagnères-de-Bigorre, le 5 juin et le 30 juillet; aux environs de Paris, le 16 mai;

2° en montagne, le 10 et le 12 septembre, à Artigues, au fond de la vallée de l'Adour (1200^m) et sur les pentes du Pic du Midi, dans des stations échelonnées entre la Mongie (1800^m) et le col du Tourmalet (2200^m).

Les racines de chaque échantillon, rassemblées en faisceau, ont été fixées et débitées en coupes en série, après inclusion à la paraffine. L'examen des coupes a conduit aux constatations suivantes :

Parmi les 10 échantillons annuels récoltés en plaine, un seul (prélevé le 5 juin) a montré une infestation notable par un endophyte à arbuscules et à vésicules, mais le plus grand nombre des plages infestées ne renfermaient que des champignons morts, détruits en totalité par phagocytose. Ailleurs, on voyait des formes vivantes du champignon (troncs mycéliens et arbuscules), mais ces formes, correspondant à des stades juvéniles de l'endophyte, étaient souvent frappées de dégénérescence précoce : les troncs mycéliens principaux se rétractaient et leur contenu protoplasmique se disloquait en tronçons surcolorables, avant même que la digestion des arbuscules n'ait commencé. Les gros troncs mycéliens étant les organes de propagation de l'endophyte, il est vrai-

---

([3]) J. Bouget, *Rev. gén. Bot.*, 40, 1928, p. 321.
([4]) J. Magrou, *Comptes rendus*, 170, 1920, p. 616.

semblable que leur destruction précoce n'eût pas permis, chez cette plante, l'établissement d'une symbiose durable.

Chez deux autres pieds récoltés en plaine, les mycorhizes faisaient complètement défaut. Les sept pieds restants ne montraient qu'une infestation insignifiante par des Champignons le plus souvent digérés en totalité.

En somme, les *Poa annua* de la plaine détruisent précocément, après une invasion généralement peu étendue, les champignons qui tentent de pénétrer dans leurs racines. Ils se comportent donc comme les plantes annuelles déjà étudiées de ce point de vue.

Le tableau est tout différent chez la majorité des *Poa annua* vivaces prélevés en montagne. Ici, les endophytes, qui occupent les zones moyenne et profonde de l'écorce, sont en pleine vitalité; ils développent des arbuscules admirablement différenciés, et leurs troncs mycéliens principaux, restés intacts lors même que les arbuscules commencent à dégénérer, continuent à propager l'infestation de cellule en cellule. Une symbiose équilibrée s'établit donc en pareil cas.

On est réduit à des hypothèses pour expliquer cette différence de comportement en montagne et en plaine. On peut supposer, soit que les conditions particulières de la vie en montagne modifient l'organisme de la Graminée de manière à la rendre plus sensible à l'infection mycorhizienne, soit que le Champignon est modifié dans le sens d'un accroissement de sa virulence (le terme *virulence* étant pris ici dans le sens de *végétabilité in vivo*, que lui attribuait Maurice Nicolle), soit que ces deux causes agissent simultanément.

D'ailleurs, si la symbiose est la règle chez les *Poa annua* vivaces qui croissent en montagne, cette règle souffre des exceptions. Sur quinze échantillons récoltés dans les stations élevées, cinq étaient complètement dépourvus de mycorhizes (signalons incidemment que trois de ces cinq plantes hébergeaient d'autres champignons : une Plasmodiophoracée, avec plasmodes et sporanges intracellulaires, une Péronosporale, avec suçoirs de type *Peronospora*). L'absence de mycorhizes chez ces plantes montre que certains individus, bien que végétant dans un sol où abondent les Champignons endophytes, peuvent échapper à la symbiose. Il serait intéressant de connaître le passé et l'avenir de ces plantes asymbiotiques. Privées de Champignons, peut-être sont-elles destinées à revenir à la longue à l'état annuel. En fait, l'une d'elles, prélevée au col du Tourmalet, différait profondément, par son port, des *Poa annua* vivaces et infestés qui croissaient à son voisinage immédiat : ses rameaux secondaires, traçants à la base, ne tardaient pas à se redresser en grandes tiges feuillées aériennes, parfois fleuries, qui dominaient de leur haute taille le gazon ras environnant. Cette plante présentait des caractères intermédiaires entre le type vivace de la montagne et le type annuel de la plaine.

En résumé, les *Poa annua* annuels de la plaine s'affranchissent de la symbiose en arrêtant net toute tentative d'invasion des endophytes. Au contraire,

chez les *Poa annua* vivaces de la montagne, une symbiose mycorhizienne bien équilibrée est la règle; toutefois, certains individus sont dépourvus de mycorhizes, et, parmi eux, on peut observer éventuellement une régression vers le type annuel.

A la suite de ses recherches expérimentales sur la tubérisation, Noël Bernard était porté à admettre « que des plantes annuelles atteintes, d'abord accidentellement, par des Champignons, ont cessé de fleurir dans leur première année et que, par compensation, des bourgeons latéraux de leurs tiges ont donné naissance à des organes pérennants, bulbes ou branches de rhizomes.... L'état vivace ainsi acquis a persisté longtemps, sous des modalités diverses, comme d'ailleurs en général la symbiose elle-même. Cependant quelques plantes ont pu s'affranchir des Champignons, et c'est parmi elles qu'il faut chercher l'origine des plantes annuelles indemnes » ([5]).

L'histoire du *Poa annua* et des transformations de son appareil végétatif donnerait en quelque sorte une image en raccourci de ce type d'évolution.

PHYTOGÉOGRAPHIE. — *Observations sur diverses espèces adventices de la flore corse*. Note ([1]) de M. René de Litardière.

Au cours d'un voyage que nous avons effectué en Corse durant l'été de 1946, il nous a été donné d'observer plusieurs espèces adventices intéressantes. Deux d'entre elles n'avaient pas encore été signalées dans l'île : *Setaria geniculata* (Lamk.) P. B. et *Aster squamatus* (Spreng.) Hieron. Leur introduction est probablement récente. Nous pensons que ces plantes, surtout la seconde, sont susceptibles d'acquérir une place importante dans le tapis végétal.

Le *Setaria geniculata* (Lamk.) P. B. (= *S. gracilis* auct. plur., an H. B. K. ?) est une espèce américaine affine aux *S. glauca* (L.) P. B. et *pallidifusca* (Schum.) Stapf et Hubb., de l'Ancien Monde. Il en diffère par sa durée, étant vivace, rhizomateux (et non annuel), et par le nombre de ses chromosomes (il est octoploïde, à $2n = 72$ ([2]), tandis que le *S. glauca* est diploïde, à $2n = 18$, et le *S. pallidifusca* tétraploïde, à $2n = 36$). Nous avons découvert cette plante à Ajaccio, près de la place du Casone, dans les lieux herbeux sous les oliviers, et au Scudo (6 km d'Ajaccio), au bord de la route de la Parata. Il paraît difficile de connaître l'origine de l'introduction de cette espèce. La plante est encore rare, mais ne tardera sans doute pas à s'étendre, comme cela s'est produit à Marseille (parc zoologique de Longchamp) et aux environs de Sestri

---

([5]) Noël Bernard, *Ann. Sc. Nat. Bot.*, 9e série, 9, 1909, p 1.

([1]) Séance du 20 janvier 1947.

([2]) Nous avons effectivement compté ce nombre dans le matériel que nous avons recueilli.

Ponente, en Ligurie ([3]). Au Casone, elle croît en compagnie des *Oryzopsis miliacea* (L.) Asch. et Schweinf. (dominant), *Brachypodium Plukenetii* (All.) P. B., *Silene gallica* L., *Cupularia viscosa* (L.) Godr. et Gren., *Carlina corymbosa* L.; au Scudo, dans un groupement rudéral (*Hordeetum leporini*), associée à *Cynodon Dactylon* (L.) Pers., *Hordeum murinum* L. subsp. *leporinum* (Link) Arc., *Lepidium graminifolium* L., *Foeniculum vulgare* Mill., *Convolvulus arvensis* L., *Cichorium Intybus* L.

Nous avons observé (2 août 1946) l'*Aster squamatus* (Spreng.) Hieron, dans la plaine de Campo di Loro, près Ajaccio, au voisinage d'un fossé d'eau douce, en face du champ de courses; il était représenté par une vingtaine d'individus croissant au milieu d'un peuplement dense de *Paspalum distichum* L. subsp. *paspalodes* (Michx.) Thell. ([4]).

L'*E. squamatus* possède une vaste aire de dispersion en Amérique (du Texas à la Patagonie); doué d'un pouvoir d'expansion très grand et d'une plasticité écologique remarquable, il croît depuis le littoral jusque dans les montagnes. La plante a été observée pour la première fois en 1905 dans le bassin méditerranéen occidental, sur le bord du lac de Tunis. Ultérieurement sa présence a été constatée successivement en Catalogne, au Prat del Llobregat, près Barcelone (1912), sur le littoral de l'Hérault, près de Vias (1914), en Petite Camargue (1924), en Camargue vraie (1929), en Crau humide, au Nord de Fos-sur-Mer (1932) et également en Algérie, embouchure de l'Oued Réghaïa, à l'Est d'Alger (1931). Dans toutes ces régions, de même qu'en Tunisie, on a assisté à la progression exceptionnellement rapide de cette espèce qui tend à occuper toutes les stations humides, surtout modifiées par l'homme, où, presque toujours, elle lutte victorieusement contre la végétation spontanée. M. Tallon, qui a suivi son extension dans la région du Bas-Rhône, a noté qu'en 1935 elle avait atteint les environs d'Aramon et de Théziers, au Nord de Tarascon; la plante, nous écrivait-il dernièrement, « doit être remontée bien plus au Nord le long du Rhône, et il est pratiquement certain qu'elle est en Vaucluse ».

Plusieurs hypothèses peuvent être envisagées quant au mode de son introduction en Corse : apport dû soit aux troupes nord-américaines ou nord-africaines qui ont stationné à Ajaccio durant la dernière guerre, soit à des oiseaux migrateurs ([5]), soit encore à l'aviation. Relativement à cette dernière

---

([3]) Cf. Béguinot, in *Nuov. giorn. bot. it.*, Nuov. ser., 44, 1937, p. 678 et in *Archivio bot.*, 13, 1937, p. 293-294. — En dehors de l'Europe, le *S. geniculata* a été introduit en Asie Orientale, en Australie et dans l'Afrique du Sud (d'après Hubbard).

([4]) Cette Graminée, non mentionnée dans le *Prodrome de la flore corse* de J. Briquet, a été découverte par nous en juillet 1928 au Campo di Loro, où elle était abondante (cf. R. de Litardière, in *Arch. de Bot.*, 3, mém. 3, 1929, p. 3); par la suite, nous l'avons retrouvée au Nord-Est de Propriano, sur les rives du Baracci, près de son embouchure, puis en plusieurs points de la partie Nord-Est de l'île (environs de Bastia, jusque vers 200^{m} d'altitude, de Biguglia et de Vescovato). Le *P. distichum* subsp. *paspalodes* est un type migraborigène qui tend à devenir un néo-autochtone, suivant le terme très heureux créé par A. Chevalier.

([5]) D'après René Maire (in *Bull. Soc. hist. nat. Afr. N.*, 23, 1931, p. 295), c'est à ce

hypothèse, il convient de noter que la localité où nous avons observé la plante n'est pas très éloignée de l'aérodrome où atterrissent les avions de la ligne de Tunis et ceux de la ligne de Marignane.

Une autre espèce américaine naturalisée à Ajaccio, probablement d'origine horticole, est le *Salpichroa origanifolia* (Lamk.) Baillon. Depuis l'époque de sa découverte, en 1924 (sur un talus au bord de la mer, près de l'usine à gaz), elle a pris une grande extension dans tout le quartier Ouest de la ville, jusqu'aux environs du cimetière, sur la route de la Parata, occupant les terrains vagues et devenant une « mauvaise herbe » dans les jardins. Elle montre tous les caractères d'une espèce aliénigène. En juillet 1946, M. Malcuit a découvert cette espèce à Corte. Avec lui, nous l'avons observée dans cette nouvelle localité : bord d'un chemin aboutissant à la route de Bastia, non loin de la Sous-Préfecture; elle y est très abondante et offre une grande vitalité, ses tiges plus ou moins sarmenteuses arrivent à tapisser les murailles qui bordent le chemin.

M. **Jules Rouch** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier, intitulé *Traité d'Océanographie physique*. II. *L'eau de mer*.

COMMISSIONS.

Par la majorité des suffrages, MM. **Émile Borel**, **Joseph Pérès**, pour la Division des sciences mathématiques; **Gabriel Bertrand**, **Louis Lapicque**, pour la Division des sciences physiques; **Maurice de Broglie**, **Armand de Gramont**, pour la Section des Académiciens libres, sont élus Membres de la Commission qui, sous la présidence de M. le Président de l'Académie, dressera une liste de candidats à la place d'Académicien libre vacante par le décès de M. *Louis Martin*.

CORRESPONDANCE.

L'**Université de Princeton** invite l'Académie à se faire représenter aux Cérémonies qui auront lieu dans cette ville, les 16 et 17 juin 1947, pour commémorer le deux-centième anniversaire de sa fondation.

M. **Thomas Henry Havelock**, élu Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Francis Perrin** adresse à l'Académie ses remercîments et ceux de sa sœur M[me] **Charles Lapicque**, pour la distinction accordée à la mémoire de leur père, **Jean Perrin**.

---

mode de propagation qu'est due probablement l'introduction de l'*A. squamatus* sur le littoral algérois. Durant ces dernières années, la plante a gagné Maison-Carrée et les environs d'Alger (Maire, *in litt.*).

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

GODOFREDO GARCIA. *Generalización de la igualdad de Lagrange y de la desigualdad de Sundman para el caso de más de tres cuerpos.*

ALGÈBRE. — *Les principaux théorèmes de la théorie de Galois pour les corps non nécessairement commutatifs.* Note [1] de M. **HENRI CARTAN**, présentée par M. Élie Cartan.

1. Grâce aux notions introduites dans une Note antérieure [2], nous sommes en mesure d'énoncer les principaux théorèmes de la *théorie de Galois* pour un *corps* quelconque K, non nécessairement commutatif.

THÉORÈME 1. — *Soit* $\mathcal{G}$ *un groupe d'*automorphismes *d'un corps* K, *et soit* L *le sous-corps des invariants de* $\mathcal{G}$. *Pour que* K *soit de rang* fini (*à gauche*) *sur* L, *il faut et il suffit que :* 1° *le groupe quotient* $\mathcal{G}/\mathcal{G}\cap\Gamma$ *soit* fini; 2° $K(\mathcal{G})$ *soit de* rang fini *sur le* centre C *de* K [2]. *Dans ces conditions :*

α. *on a la relation*

$$r = nd$$

entre le rang r *de* K *sur* L, *l'ordre* n *du groupe* $\mathcal{G}/\mathcal{G}\cap\Gamma$, *et le rang* d *de* $K(\mathcal{G})$ *sur* C;

β. *le groupe de Galois* G_L^K *n'est autre que le groupe* $\widehat{\mathcal{G}}$, *plus petit groupe* achevé *contenant* $\mathcal{G}$.

COROLLAIRE. — Si L est sous-corps *galoisien* d'un corps K, et si le rang (à gauche) de K sur L est fini, le rang (à droite) de K sur L est fini et égal au rang à gauche.

THÉORÈME 2. — *Soit* L *un sous-corps galoisien d'un corps* K, *tel que* K *soit de* rang fini *sur* L (cf. *théor.* 1). *Tout sous-corps* H *contenant* L *est sous-corps* galoisien *de* K, *et tout sous-groupe* achevé $\mathcal{H}$ *de* G_L^K *est groupe de Galois de* K *relativement à un sous-groupe contenant* L. *D'une façon précise, il existe une* correspondance biunivoque *entre les sous-corps* H *tels que* $L \subset H \subset K$, *et les sous-groupes achevés* $\mathcal{H}$ *de* G_L^K, *telle que chaque* H *soit le corps des invariants du groupe* $\mathcal{H}$ *associé à* H, *et que chaque* $\mathcal{H}$ *soit le groupe de Galois de* K *relativement au sous-corps associé à* $\mathcal{H}$.

Remarques. — 1° Le sous-groupe associé à une intersection $H_1 \cap H_2$ est le plus petit groupe achevé contenant les groupes $\mathcal{H}_1$ et $\mathcal{H}_2$ associés à H_1 et H_2 respectivement; le sous-groupe associé au sous-corps $[H_1, H_2]$ engendré par H_1 et H_2 est l'intersection des sous-groupes $\mathcal{H}_1$ et $\mathcal{H}_2$.

---

(1) Séance du 20 janvier 1947.

(2) *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 87. Nous conservons les notations et la terminologie de cette Note.

2° Pour tout sous-corps H contenant L, le rang de H sur L est le même à droite et à gauche.

Théorème 3. — *Soit* K *une* extension galoisienne *d'un corps* L, *de* rang fini *sur* L, *et soit* H *un sous-corps de* K *contenant* L (cf. théorème 2).

α. *si un isomorphisme de* H *sur un sous-corps de* K *laisse fixes les éléments de* L, *il peut se prolonger en un* automorphisme *de* K ;

β. $G_L^K(H)$ *désignant le sous-groupe de* G_L^K *formé des automorphismes qui laissent* H invariant (*dans son ensemble*), *le groupe* G_L^H *est isomorphe au quotient de* $G_L^K(H)$ *par son sous-groupe* distingué G_H^K;

γ. *pour que* H *soit extension* galoisienne *de* L, *il faut et il suffit que* G_L^K *soit le plus petit groupe achevé contenant* $G_L^K(H)$;

δ. *la condition* $G_L^K = G_L^K(H)$ *est* suffisante *pour que* H *soit extension galoisienne de* L (*d'après* γ); *elle exprime que* G_H^K *est sous-groupe* distingué *de* G_L^K.

Corollaire du théorème 3. — α. Si K est extension galoisienne de L, de rang fini sur L, une condition nécessaire et suffisante pour qu'il existe un automorphisme de G_L^K qui transforme un élément $x \in K$ en un élément $y \in K$ est que x et y satisfassent aux mêmes *relations algébriques* à coefficients dans L.

2. Supposons désormais K de *rang fini sur son centre* C. Si l'on prend pour $\mathcal{G}$ le groupe Γ des automorphismes *intérieurs* de K, le groupe L du théorème 1 est C; les théorèmes précédents redonnent alors les théorèmes de Skolem-Noether [voir la Note citée en ([2])], par une voie différente de celle connue jusqu'ici : d'après le théorème 1, β, le groupe G_C^K n'est autre que Γ; le théorème 2 donne une correspondance biunivoque entre les sous-corps H contenant C, et les sous-corps H′ contenant C, chacun des sous-corps H et H′ se composant des éléments de K qui permutent avec les éléments de l'autre; le théorème 1, α donne une relation entre les rangs de K, H, H′ sur C; enfin le théorème 3, α donne un résultat intéressant (connu). On peut en outre prouver :

Théorème 4. — *Soit* K *un corps de* rang fini sur son centre C. *Si un sous-corps* H *contenant* C *est* invariant (*dans son ensemble*) *par tous les automorphismes intérieurs de* K, *il est* identique à K ou à C.

J'ignore si ce théorème est déjà connu. Il exprime que si un polynome à coefficients dans C possède une racine dans K (et non dans C), tout sous-corps qui contient C et toutes les racines de ce polynome est identique à K tout entier.

3. Les démonstrations des théorèmes précédents paraîtront ailleurs. Elles reposent en partie sur un théorème relatif aux anneaux d'*endomorphismes* ([4]) d'un corps K. Ce théorème, qui constitue essentiellement le sujet d'un mémoire

([3]) Dans ces conditions, le sous-corps $\widehat{K(\mathcal{G})}$ n'est autre que le sous-espace vectoriel (sur C) engendré par $K(\mathcal{G})$. Voir Note citée en ([2]), n° 3.

([4]) Il s'agit d'endomorphismes pour la structure du *groupe additif* de K.

de Jacobson ([5]) pour le cas d'un corps *commutatif*, a été récemment généralisé par Bourbaki ([6]) au cas d'un corps non commutatif. Grâce à ce théorème, et en se servant en outre de la notion, due à Bourbaki ([6]), d'éléments *primordiaux* d'un sous-espace vectoriel d'un espace vectoriel donné, on obtient assez aisément les théorèmes ci-dessus.

ALGÈBRE. — *Sur le troisième nombre de Betti des espaces de groupes de Lie compacts*. Note ([1]) de M. **Jean-Louis Koszul**, présentée par M. Élie Cartan.

Théorème. — *Le troisième nombre de Betti d'un groupe de Lie simple compact est égal à* 1 ([2]).

1. On désigne par $\mathcal{L}$ l'algèbre de Grassmann des formes différentielles invariantes à gauche d'un groupe de Lie compact G, et par $\mathcal{L}^p$ le sous-espace des formes de $\mathcal{L}$ de dim. p. Par le choix, dans G, d'une métrique riemannienne biinvariante (c'est-à-dire invariante à droite et à gauche), on définit un produit scalaire dans $\mathcal{L}$; l'anneau des formes harmoniques $\mathcal{H}$, qui est isomorphe à l'anneau de cohomologie à coefficients réels, s'obtient comme espace des zéros de l'opérateur $\Delta=(D+D^*)^2$ ([3]), défini dans $\mathcal{L}$ par l'opérateur de différentiation D et son adjoint D^* ([4]).

Une forme de $\mathcal{H}$ est dite *primitive* si elle est perpendiculaire à $\mathcal{L}^0$ et à toutes les formes $\omega\wedge\varpi$ avec $\omega, \varpi\in\mathcal{H}$ et dim. ω, dim. $\varpi\neq 0$ ([5]). $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n$ étant une base orthonormale de $\mathcal{L}^1$, la forme $\eta=\frac{1}{3}\sum_i \omega_i\wedge(D.\omega_i)$ de $\mathcal{L}^3$ est harmonique, primitive et ne dépend que de la métrique. D'autre part, toute forme $\omega\in\mathcal{L}$ peut être considérée comme un opérateur linéaire dans $\mathcal{L}$, transformant la forme ϖ en $\omega\wedge\varpi$, et, à ce titre, possède un adjoint ω^*. Des propriétés des constantes de structure d'un groupe de Lie compact, on déduit que, $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n$ étant une base orthonormale de $\mathcal{L}^1$, $D=\sum_i \omega_i^*\eta\omega_i^*$.

2. Inversement, soit $\mathfrak{A}=\mathfrak{A}^0\oplus\mathfrak{A}^1\oplus\ldots\oplus\mathfrak{A}^n$ une algèbre de Grassman sur le

---

([5]) *Amer. Journal*, 66, 1944, p. 1.

([6]) *Algèbre*, Chap. II, § 5 (à paraître prochainement aux *Actualités scient. et ind.*).

([1]) Séance du 20 janvier 1947.

([2]) Ce résultat est connu pour les groupes des classes A, B, C, D et le groupe exceptionnel G : Cf. E. Cartan, *Ann. Soc. Pol. Math.*, 8, 1929, pp. 181-225.

([3]) Notations : $T.\omega$ = transformée de ω par l'opérateur T; TU = composé des opérateurs U et T; $TU.\omega=T.(U.\omega)=(TU).\omega$.

([4]) Cf. G. de Rahm, *Abh. Math. Sem. Hans. Univ.*, 12, 1938, pp. 330.

([5]) Ces formes sont des « cycles hypermaximaux » au sens de J. Leray (*Journ. Math. pures et appl.*, 24, 1946, p. 132), et correspondent aux « éléments minimaux » du groupe d'homologie au sens de H. Hopf (*Ann. of Math.*, 42, 1941, p. 48).

corps des nombres réels, où un produit scalaire a été défini à partir d'un produit scalaire dans l'espace vectoriel à n dimensions $\mathcal{A}^1$. Tout élément $x \in \mathcal{A}$, considéré comme opérateur transformant y en $x \wedge y$, possède un adjoint $x^\star$. Ω étant un opérateur linéaire dans $\mathcal{A}$ et $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ une base orthonormale de $\mathcal{A}^1$, on désigne par $\Omega^\bigcirc$ l'opérateur $\sum_i \alpha_i^\star \Omega \alpha_i^\star$. Par ce procédé, tout élément $a \in \mathcal{A}^3$ définit un opérateur linéaire $a^\bigcirc$ qui jouit des propriétés

$$(1) \qquad a^\bigcirc . \mathcal{A}^p \subset \mathcal{A}^{p+1},$$

$$(2) \qquad a^\bigcirc .(x \wedge y) = (a^\bigcirc . x) \wedge y + (-1)^p x \wedge (a^\bigcirc . y) \qquad \text{pour } x \in \mathcal{A}^p,$$

$$(3) \qquad \alpha^\star a^\bigcirc . \alpha = 0 \qquad \text{pour } \alpha \in \mathcal{A}^1.$$

Si, de plus, il vérifie

$$(4) \qquad (a^\bigcirc)^2 = 0, \qquad \text{ce qui équivaut à } a^\bigcirc . a = 0,$$

on démontre que $\mathcal{A}$ peut être identifiée à l'algèbre des formes diff. inv. à gauche d'un groupe de Lie compact à n paramètres G, $a^\bigcirc$ étant l'opérateur de différentiation extérieure et le produit scalaire étant associé à une métrique biinvariante. La structure du noyau de G est entièrement déterminée par a, et toute structure de noyau de groupe de Lie admettant une réalisation compacte peut être obtenue ainsi.

Soit $\mathfrak{G}$ l'ensemble des $a \in \mathcal{A}^3$ pour lesquels $a^\bigcirc$ vérifie (4). A tout $a \in \mathfrak{G}$ on associe la sous-algèbre $\mathcal{H}(a)$ des zéros de l'opérateur $\Delta(a) = [a^\bigcirc + (a^\bigcirc)^\star]^2$. $\mathcal{H}(a)$ est l'espace des zéros communs à $a^\bigcirc$ et $a^{\bigcirc\bigcirc} = (a^\bigcirc)^\bigcirc$, car $(a^\bigcirc)^\bigcirc = -2(a^\bigcirc)^\star$. Le sous-espace $\mathcal{P}(a)$ des éléments primitifs de $\mathcal{H}(a)$ se définit comme plus haut. On pose $\mathcal{P}^r(a) = \mathcal{P}(a) \cap \mathcal{A}^r$.

A tout élément $x \in \mathcal{A}$ perpendiculaire à $\mathcal{A}^0$ correspond un plus petit sous-espace $\mathcal{F}(x)$ de $\mathcal{A}^1$ engendrant une sous-algèbre contenant x; x et y sont dits *fondamentalement orthogonaux* si $\mathcal{F}(x)$ et $\mathcal{F}(y)$ sont perpendiculaires. Pour que la structure définie par $a \in \mathfrak{G}$ soit celle d'un noyau de groupe semi-simple, il faut et il suffit que $\mathcal{F}(a) = \mathcal{A}^1$. Un $a \in \mathcal{A}$ tel que $\mathcal{F}(a) = \mathcal{A}^1$ est dit *simple* s'il n'est pas somme de deux éléments fondamentalement orthogonaux et non nuls. On démontre le

Lemme I. — *Pour que la structure définie par $a \in \mathfrak{G}$ soit celle d'un noyau de groupe simple, il faut et il suffit que a soit simple.*

3. On définit dans $\mathfrak{G}$ une relation d'ordre en posant $a \prec b$ lorsque $\mathcal{H}(a) \supset \mathcal{H}(b)$. On démontre que ceci est équivalent à $a \in \mathcal{P}^3(b)$, et que, si $x \in \mathfrak{G}$, $\mathcal{P}^3(x) \subset \mathfrak{G}$. Si $a \prec b$, $a \in \mathcal{P}(b) \subset \mathcal{H}(b)$, donc $b \in \mathcal{H}(a)$, car $a^\bigcirc . b = b^\bigcirc . a$ et $a^{\bigcirc\bigcirc} . b = -b^{\bigcirc\bigcirc} . a$. Si de plus $b \not\prec a$, c'est que $b \neq b_1$, projection de b sur $\mathcal{P}(a)$. On démontre alors, en s'appuyant sur le fait que $\mathcal{P}^2(a) = 0$, que b_1 et $b_2 = b - b_1$ sont fondamentalement orthogonaux, et non nuls si $a \neq 0$, ce qui conduit au

Lemme II. — *Pour que b soit simple, il est nécessaire que $a \prec b$ entraîne $b \prec a$ ou $a = 0$.*

Si $b \in \mathfrak{G}$, $b \neq 0$ et $a \prec b$, on peut définir un opérateur linéaire Ω dans le sous-espace $\mathcal{N} \subset \mathcal{A}^1$ perpendiculaire aux zéros de $b^{\bigcirc}$, par la condition $b^{\bigcirc}\Omega = a^{\bigcirc}$; on montre que Ω est self-adjoint, ce qui prouve l'existence d'un λ réel tel que $a^{\bigcirc} - \lambda b^{\bigcirc} = (a - \lambda b)^{\bigcirc}$ admette un zéro propre dans $\mathcal{N}$. Or dans $\mathcal{A}^1$, les zéros de $\Delta(x)$ sont ceux de $x^{\bigcirc}$; compte tenu du lemme II, on en déduit le

Lemme III. — *Si b est simple et $a \prec b$, on a $a = \lambda b$.*

Soit alors un groupe de Lie simple compact dont la structure est définie par l'élément simple $h \in \mathfrak{G}$; $\mathfrak{T}^3(h)$ n'a, d'après le lemme III, qu'une dimension. Or $\mathcal{H}^3(h) = \mathfrak{T}^3(h)$, donc le troisième nombre de Betti, qui est le nombre de dimensions de $\mathcal{H}^3(h)$, est égal à 1.

THÉORIE DES GROUPES. — *Sur les p-groupes de Sylow du groupe symétrique de degré p^m. (Sous-groupes caractéristiques, sous-groupes parallélotopiques.)* Note de M. **Léo Kaloujnine**, présentée par M. Élie Cartan.

J'emploie dans cette Note les notations et les définitions ainsi que les résultats de mes Notes précédentes (1). Je supposerai en outre $p \neq 2$, les résultats que j'exposerai n'étant pas tous exacts pour $p = 2$.

Soit $T = < t_1, t_2, \ldots, t_m >$ une suite de m éléments non nuls de G_p. L'opération qui associe à chaque élément $A = [a(x_1, x_2, \ldots, x_{s-1})]$ de $\mathfrak{P}_m$ l'élément $TA = [t_s a(t_1 x_1, t_2 x_2, \ldots, t_{s-1} x_{s-1})]$ est un automorphisme du groupe $\mathfrak{P}_m$. On vérifie aisément que l'application consécutive de deux opérations $T = < t_1 t_2, \ldots, t_m >$ et $T' = < t'_1, t'_2, \ldots, t'_m >$ donne l'automorphisme correspondant à la suite $< t_1 t'_1, t_2 t'_2, \ldots t_m t'_m >$. L'ensemble de ces automorphismes est donc un groupe abélien d'ordre $(p-1)^m$, isomorphe au produit direct de m groupes cycliques de l'ordre $(p-1)$, qui sera noté T_m.

Un sous-groupe invariant de $\mathfrak{P}_m$ et stable envers T_m sera dit semi-caractéristique. Il est évident qu'un sous-groupe caractéristique est semi-caractéristique. On montrera la réciproque.

Chaque sous-groupe semi-caractéristique $\mathcal{H}$ de $\mathfrak{P}_m$ possède la propriété fondamentale suivante : Si $C = [c(x_1, x_2, \ldots, x_{s-1})]$ est un élément de $\mathcal{H}$, $\mathcal{H}$ contient tous les éléments $A = [a(x_1, x_2, \ldots, x_{s-1})]$ de $\mathfrak{P}_m$ tels que dans chaque coordonnée $h[a(x_1, x_2, \ldots, x_{s-1})] \leq h[c(x_1, x_2, \ldots, x_{s-1})]$. Des sous-groupes de $\mathfrak{P}_m$ possédant cette propriété seront appelés sous-groupes parallélotopiques.

La démonstration du fait que $\mathcal{H}$ est un sous-groupe parallélotopique peut être faite par induction sur m. On voit que, si la propriété est vraie pour $m-1$, il suffit de la vérifier pour la dernière coordonnée de $\mathfrak{P}_m$. Si $\mathcal{H}$ contient

(1) *Comptes rendus*, **221**, 1945, p. 222; **222**, 1946, p. 1424; **223**, 1946, p. 703.

$C = [c, c(x_1), \ldots, c(x_1, x_2, \ldots, x_{m-1})]$, il contient aussi l'élément $< 1, 1, \ldots, 1, t > C \equiv [c, c(x_1), \ldots, tc(x_1, x_2, \ldots, x_{m-1})]$ avec $t \neq 1$, (on utilise le fait que $p \neq 2$), donc également l'élément $< 1, 1, \ldots, 1, t > C.C^{-1} = [0, 0, \ldots, 0, (t-1) c(x_1, x_2, \ldots, x_{m-1})]$. D'autre part $\mathcal{H}$, étant sous-groupe invariant, contient [lemme II (¹)] tous les éléments de $\mathcal{P}_m$ de la forme $[0, 0, \ldots, 0, a(x_1, x_2, \ldots, x_{m-1})]$ avec $h[a(x_1, x_2, \ldots, x_{m-1})] < h[c(x_1, x_2, x_{m-1})]$, ce qui démontre la propriété énoncée.

Les sous-groupes semi-caractéristiques, donc, à fortiori, les sous-groupes caractéristiques, se trouvent parmi les sous-groupes parallélotopiques invariants Un sous-groupe parallélotopique R est complètement caractérisé par une suite de m nombres $|R| = \{k_1, k_2, \ldots, k_m\}$, k_μ indiquant la hauteur maximale des $\mu^{\text{ièmes}}$ coordonnées des éléments de R. On a $0 \leq k_\mu \leq p^{\mu-1}$. $|R|$ sera dite l'indicatrice de R. La condition nécessaire et suffisante pour que R soit un sous-groupe invariant de P_m est la suivante : si $(s+1)$ est le premier indice tel que $k_{s+1} \neq 0$, alors $k_\mu \geq p^{\mu-1} - p^s$ pour $\mu \geq s+1$. [Lemme III (¹)].

On peut démontrer que les sous-groupes parallélotopiques invariants sont des sous-groupes caractéristiques. J'indiquerai les grandes lignes de la démonstration de ce fait.

1. Les sous-groupes parallélotopiques $\mathcal{D}_\nu$, $\nu = 0, \ldots, m$, de l'indicatrice $|\mathcal{D}_\nu|$ telle que $k_\mu = 0$ pour $\mu < m - \nu$, et pour $\mu \geq m - \nu$ $k_\mu = p^{\mu-1}$ [c'est-à-dire l'ensemble des éléments dont les $(\mu - \nu)$ premières coordonnées sont toutes nulles] sont des sous-groupes caractéristiques. $\mathcal{D}_{\nu-1}$ étant déjà reconnu comme sous-groupe caractéristique, on montre que $\mathcal{D}_\nu$ est le centralisateur modulo $\mathcal{D}_{\nu-1}$ d'un certain sous-groupe qui est membre de la série centrale ascendante de $\mathcal{P}_m$. Ce fait n'est vrai que pour $p \neq 2$.

2. Les sous-groupes parallélotopiques $\mathcal{R}_{k,s}$ de l'indicatrice

$$|\mathcal{R}_{k,s}| = \{0, 0, \ldots, 0, k_{s+1}, p^{s-1}, p^{s-2}, \ldots, p^{m-1}\}, \quad k_{s+1} = k, \quad 0 \leq k \leq p^s$$

sont des sous-groupes caractéristiques. On montre, en effet, que $\mathcal{R}_{k,s}$ est engendré par $\mathcal{D}_{m-s-1}$ et $(Z \cap \mathcal{D}_{m-s})$, où Z est un certain membre de la série centrale ascendante de $\mathcal{P}_m$.

3. De 1 et 2 il résulte que pour un élément A de $\mathcal{P}_m$ le nombre des premières coordonnées qui sont identiquement nulles (ce que j'appellerai *la profondeur* d'un élément) et la hauteur de la première coordonnée non nulle sont invariants envers les automorphismes du groupe $\mathcal{P}_m$.

4. En se basant sur 3 on peut démontrer que les sous-groupes parallélotopiques $\mathcal{E}_{k,s}$ tels que $|\mathcal{E}_{k,s}| = \{0, 0 \ldots, k_{s+1}, p^{s+1} - p^s, \ldots, p^{k-1} - p^s\}$ $0 \leq k_{s+1} \leq p^s$, sont des sous-groupes caractéristiques.

5. Chaque sous-groupe parallélotopique invariant pouvant être engendré par des groupes $\mathcal{E}_{k,s}$ choisis d'une manière appropriée, il résulte que ces sous-groupes sont des sous-groupes caractéristiques.

Corollaire. — *Pour un élément* A *de* $\mathcal{P}_m$ *de profondeur* s, *j'appelle* indicatrice

réduite *une suite de m nombres* $\{u_1, u_2, \ldots, u_m\}$ *définie de la manière suivante.* $u_\sigma = 0$ *pour* $\sigma \leq s$; *pour* $\sigma > s$ *on a* $u_\sigma = h(a(x_1, x_2, \ldots, x_{\sigma-1}))$ *si* $h(a(x_1, x_2, \ldots, x_{\sigma-1})) > p^{\sigma-1} - p^s$, *sinon* $u_\sigma = 0$.

Les faits énoncés dans la Note précédente permettent d'affirmer : l'indicatrice réduite d'un élément de $\mathfrak{P}_m$ est invariante envers les automorphismes du groupe $\mathfrak{P}_m$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Définition des opérateurs linéaires de l'espace d'Hilbert par leurs domaines d'existence et des valeurs.* Note [1] de M. **Jacques Dixmier**, présentée par M. Gaston Julia.

Les notations et abréviations sont celles de deux Notes précédentes [2].

1. Si A est un op. du type d.e. et D un d.e., A(D) est un d.e.; réciproquement, soit A un op.l. biunivoque; si A et A^{-1} transforment tout d.e. en un d.e., A est du type d.e.; si A, partout défini, transforme toute v.l.f. V, telle que $H \ominus V$ ait une dimension, en un d.e., A est borné.

Si A est de la première classe (de Tœplitz), il existe un unitaire U tel que $A(D) = U(D)$.

2. Soit D un d.e., partout dense pour simplifier; il existe une infinité d'op.l.f. bornés biunivoques B tels que $D_B = H$, $\Delta_B = D$; soit B_1 l'un d'eux; $L = B_1^{-1} B$ est fermé biunivoque, $D_L = \Delta_L = H$; donc $B = B_1 L$, où L est quelconque de la première classe.

Soit A un op.l.f. (biunivoque, avec D_A, Δ_A partout denses pour simplifier). D'après G. Julia [3], on peut représenter paramétriquement A à l'aide de 2 op.l.f. bornés biunivoques B et B' par $X = BZ$, $AX = B'Z$ ($D_B = D_{B'} = H$, $\Delta_B = D_A$, $\Delta_{B'} = \Delta_A$). Autrement dit, $A = B'B^{-1}$. Réciproquement, si l'on prend 2 op.l.f. bornés biunivoques B, B', fournissent-ils la représentation paramétrique d'un op.l.f. ? Plus précisément, soient D, D' deux d.e. partout denses; cherchons les op.l.f. biunivoques A (s'il en existe) tels que $D_A = D$, $\Delta_A = D'$ (cf. problème de la représentation conforme pour les fonctions analytiques). Soient $B = B_1 L$, $B' = B'_1 L'$ les expressions générales des op.l.f. bornés biunivoques tels que $D_B = D_{B'} = H$, $\Delta_B = D$, $\Delta_{B'} = D'$ (L et L' quelconques de la première classe). Les A sont définis paramétriquement par $X = BZ$, $X' = B'Z$, autrement dit, il faut les chercher parmi les op. $\bar{A} = B'B^{-1} = B'_1 \bar{L} B_1^{-1}$ ($\bar{L}$ quelconque de la première classe). Ces op. $\bar{A}$ sont bien biunivoques, avec $D_{\bar{A}} = D$, $\Delta_{\bar{A}} = D'$, mais sont-ils fermés ?

Les $\bar{A}$ sont du type d.e.; réciproquement (désignant par $\mathcal{G}(D, D')$ l'ensemble des op. du type d.e. biunivoques C tels que $D_C = D$, $\Delta_C = D'$),

---

[1] Séance du 20 janvier 1947.

[2] *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 971 et **224**, 1947, p. 180.

[3] *Comptes rendus*, **219**, 1944, p. 225.

si $C \in \mathcal{G}(D,D')$, $M = B_1'^{-1} C B_1$ est du type d.e., biunivoque, $D_M = \Delta_M = H$, donc M est de la première classe, et $C = B_1' M B_1$; ainsi, l'ensemble des A est précisément l'ensemble $\mathcal{G}(D,D')$. Tout revient donc à chercher les $A \in \mathcal{G}(D,D')$. A condition d'échanger au besoin les rôles de D et D' (donc de C et C^{-1}), on peut se borner aux cas suivants :

a. Le cas $D = H$ a déjà été envisagé; car tout $C \in \mathcal{G}(D,D')$ est alors f. borné (donc est un A). C est complètement continu si et seulement si D' est de classe 3. Si D' est de classe 1 ou 2, tout C s'obtient par la construction suivante : il existe 2 v.l.f. orthogonales complémentaires de H, N et $\bar{N}$, 2 noyaux conjugués N' et $\bar{N}'$ de D', 2 op.l.f. bornés et d'inverses bornés L et $\bar{L}$, avec $D_L = N$, $\Delta_L = N'$, $D_{\bar{L}} = \bar{N}$, $\Delta_{\bar{L}} = \bar{N}'$, tels que $A = LP_N + \bar{L}P_{\bar{N}}$. (D'où la construction générale des op.l.f. bornés non complètement continus.)

b. D et D' non fermés : pour certains M, C est non fermé, et même C^* n'est défini qu'en O. Ainsi, la réciproque envisagée est fausse, et c'est dans le cadre des op. du type d.e. qu'il faut étudier cette question.

Si l'un des d.e. D, D' est de classe 3, $\mathcal{G}(D, D')$ ne contient aucun op. A. (Si Δ_A est de classe 3 pour un op.l.f. A, D_A est fermé, A est complètement continu.)

Si D et D' sont de classe 2, $\mathcal{G}(D,D')$ contient des op. A (A et A^{-1} non bornés) qui s'obtiennent par la construction suivante : il existe 2 noyaux conjugués N, N de D, 2 noyaux conjugués N', $\bar{N}'$ de D', 2 op.l.f. bornés et d'inverses bornés L et $\bar{L}$ avec $D_L = N$, $\Delta_L = N'$, $D_{\bar{L}} = \bar{N}$, $\Delta_{\bar{L}} = \bar{N}'$, tels que A soit défini par prolongement linéaire dans D à partir de L dans N et $\bar{L}$ dans $\bar{N}$.

3. Dans le même ordre d'idées, si l'on sait qu'un op. A du type d.e. transforme biunivoquement le d.e. D en un d.e. D', peut-on conclure que A est borné (pas forcément fermé) ? Supposons D et D' partout denses. Écrivons $D \sim D'$ si $\mathcal{G}(D, D')$ et $\mathcal{G}(D', D)$ contiennent des op. bornés, et $D \succ D'$ si $\mathcal{G}(D, D')$ contient des op. bornés. Alors : *a*. $D \succ\!\!\!\!/ D'$ si la classe de D' est supérieure à celle de D. *b*. $D \sim D'$ si D et D' sont tous deux de classe 1 ou tous deux de classe 2. *c*. Si D et D' sont de classe 3, soit (a_i) et (a'_i) des suites associées [1] mises sous forme non décroissante; $D \succ\!\!\!\!/ D'$ si $\overline{\lim}_{i=+\infty} a_i/a'_i < +\infty$, $\underline{\lim}_{i=+\infty} a_i/a'_i = 0$; $D \sim D'$ si $\overline{\lim}_{i=+\infty} a_i/a'_i < +\infty$, $\underline{\lim}_{i=+\infty} a_i/a'_i > 0$ [alors $\mathcal{G}(D, D')$ contient des unitaires]; si $\overline{\lim}_{i=+\infty} a_i/a'_i = +\infty$, $\underline{\lim}_{i=+\infty} a_i/a'_i = 0$, D et D' sont non comparables dans la relation $\succ$.

4. Le domaine d'existence d'un op. l.f. symétrique prolongeable en op. self-adjoint est un d.e. partout dense quelconque. Au contraire, soit A, op. l.f.

---

[1] Cf. paragraphe 3 de la Note B.

symétrique, non prolongeable en op. self-adjoint; il existe une suite de v.l.f. V_1, V_2, ..., deux à deux orthogonales, à ∞ dimensions, sous-tendant H, telles que D_A soit l'ensemble des X pour lesquels $\sum_{i=1}^{\infty} i^2 \| P_{V_i} X \|^2 < +\infty$; D_A est donc défini à un unitaire près. Si, pour A fermé symétrique, D_A n'est pas du type précédent, A admet un prolongement self-adjoint.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Les classes de Baire des fonctions multiformes.* Note [1] de M. R. **Brisac**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

Je renvoie pour l'exposé du sujet et des notations à ma précédente Note [2].

II. 1° Le *théorème de Baire* pour les fonctions de première classe s'énonce comme suit : Toute fonction de la classe I_1 est scs sur un résiduel, toute fonction de la classe S_1 est sci sur un résiduel.

Le principe de la démonstration est le suivant : si x est un point de non-sci d'une fonction multiforme R, il existe un G tel que x soit sur le bord de $R^-(G)$ [3]; si x est un point de non-scs de R, il existe un F tel que x soit sur le bord du complémentaire de $R^-(F)$; pour trouver tous les points de non-sci il suffit de prendre pour G les ouverts d'une base de Y; pour trouver tous les points de non-scs, il suffit de prendre pour F des fermés dont les complémentaires constituent une base de voisinages pour les fermés de Y.

2° La démonstration montre que la propriété des fonctions de la classe S_1 subsiste dès que Y a une base dénombrable. Au contraire, Y étant un métrique séparable, il peut exister des fonctions de la classe I_1 qui n'a aucun point de scs : X est le segment (01), Y l'ensemble des points rationnels du segment (01); $R(x)$ est l'ensemble des points $y \geqq x$ si x est irrationnel, $y \geqq x + e^{-n}$ si x est la fraction irréductible p/n; R appartient aux classes I_0 et I_1 mais n'a aucun point de scs.

De même, si R n'est pas fermée (Y à base dénombrable), une fonction de la classe S est sci sur résiduel. Mais une fonction de la classe I_1 peut n'avoir aucun point de scs même lorsque Y est le segment (01) : X et Y sont l'un et l'autre le segment (01), $R(x)$ est l'ensemble des points tels que $y > x$; R est des classes I_0 et I_1 et n'a aucun point de scs.

III. 1° On peut considérer R comme une application uniforme de X dans l'espace des parties fermées de Y, 2^Y, métrisé par la distance de Hausdorff (point de vue de Kuratowski-Choquet); 2^Y est un métrique compact. C_0 est la

(1) Séance du 20 janvier 1947.

(2) *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 175.

(3) Kuratowski, *Fund. Math.*, 18, pp. 148 et suiv. L'auteur indique en note une formule donnant l'ensemble des points de discontinuité d'une fonction uniforme que nous avons généralisée dans le cas des fonctions multiformes.

classe des applications continues, C_1, C_2, ... les classes de Baire. D'après un théorème de Baire-Kuratowski, toute fonction d'une classe C_n est continue à un ensemble de première catégorie près.

Si l'espace X est tel que tout G est un F_σ (cette propriété est vraie pour tout métrique), les classes I_n et S_n sont contenues dans la classe C_{n+1}; donc toutes les fonctions que nous avons classées sont à la fois sci et scs, à un ensemble de première catégorie près.

2° Lorsque Y est un espace topologique quelconque, on peut définir sur l'ensemble des parties fermées 2^Y une topologie telle que la classe C_0 coïncide avec la classe des applications (uniformes) continues; une base de cette topologie est constituée par les ensembles Γ définis de la façon suivante : les points de Γ, considérés comme ensembles de Y, sont contenus dans un ouvert de Y et coupent un nombre fini d'ouverts de Y. L'espace ainsi défini est accessible si Y est séparé, séparé si Y est régulier, compact si Y est compact. Mais les classes de Baire ne coïncident avec C_1, C_2, ... que si 2^Y a une base dénombrable, ce qui n'arrive généralement pas (en dehors du cas où Y est métrique compact). Remarquons d'ailleurs que la limite associée à la topologie de l'espace 2^Y n'est généralement pas la limite topologique.

Les résultats obtenus par Kuratowski ([3]) et Choquet ([4]) sur la classe des fonctions multiformes sont des cas particuliers de résultats obtenus dans cette Note.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les rotations et les homothéties de l'espace des congruences de droites.* Note de M. **Paul Vincensini**, présentée par M. Élie Cartan.

1. Les différentes congruences rectilignes C de l'espace ordinaire étant regardées comme les éléments d'un nouvel espace (espace E des congruences), je définis dans cette Note les rotations et les homothéties de E, et j'indique brièvement certaines propriétés de ces transformations susceptibles de diverses applications géométriques. Nous appellerons rotation toute transformation de E définie de la façon suivante. Donnons-nous une congruence arbitraire fixe C_0 de E; faisons correspondre, à chaque rayon D_0 de C_0, les rayons D des différentes congruences C de l'espace qui sont parallèles à D_0; soumettons chaque droite parallèle à D_0 à une rotation d'un angle déterminé α, dans un sens déterminé, autour de D_0. Toute congruence C de E est ainsi transformée en une nouvelle congruence. L'ensemble des éléments C de E subit une transformation en lui-même, tranformation que nous désignerons par $\mathcal{R}^{\alpha}_{C_0}$, et qui est précisément celle que nous voulions définir.

2. Une propriété presque évidente de l'ensemble (G) des rotations de E est

---

([4]) *Thèse,* Paris, 1946. On y trouve un exemple où le contingent plan régularisé n'est pas de la classe 1.

que ces transformations forment un groupe. (G) contient $\mathcal{R}_c^{-\alpha}$ en même temps que $\mathcal{R}_c^{\alpha}$, et d'autre part étant données deux rotations $\mathcal{R}_{c_0}^{\alpha_0}$ et $\mathcal{R}_{c_1}^{\alpha_1}$ de E, il existe une rotation d'angle $\alpha_0+\alpha_1$, admettant pour élément central une congruence C facile à déterminer, et telle que l'on ait $\mathcal{R}_c^{\alpha_0+\alpha_1}=\mathcal{R}_{c_1}^{\alpha_1}.\mathcal{R}_{c_0}^{\alpha_0}$.

On démontre que le groupe (G) admet comme *sous-groupe* l'ensemble (G_0) des rotations *isotropes* (s'effectuant autour de congruences isotropes). Le sous-groupe isotrope (G_0) jouit de propriétés intéressantes. Ses opérations *laissent invariante la distance limite* (des deux points limites) sur chaque rayon de toute congruence sur laquelle elles agissent. Il en résulte en particulier que la variété (C_0) des congruences isotropes de E reste globalement invariante par toute rotation *centrée en l'un quelconque de ses éléments*. Sont également invariantes par rotation isotrope les diverses variétés de congruences *équilimites* (de même distance limite sur les rayons de même représentation sphérique). Parmi ces dernières variétés figurent évidemment les variétés à *distance limite* $2d$ *constante* (formées de congruences dans lesquelles tous les segments limites sont égaux), généralisations immédiates de la variété isotrope ($2d=0$).

3. Au lieu de faire tourner chaque rayon D d'une congruence arbitraire C autour du rayon homologue D_0 de la congruence fixe C_0, soumettons D à une homothétie de rapport quelconque λ dont le centre est sur D_0; l'ensemble des droites obtenues est une nouvelle congruence que nous dirons *homothétique de* C *dans l'homotétie* $\mathcal{H}_{C_0}^{\lambda}$ *de rapport* λ *ayant pour centre la congruence* C_0. Les homothéties de l'espace E des congruences forment un groupe (Γ). On démontre que (Γ) admet comme sous-groupe *l'ensemble* (Γ_0) *des homothéties dont les centres sont des congruences à paramètre moyen* p *constant.* (Γ_0) joue, vis-à-vis des homothéties, un rôle analogue à celui du sous-groupe isotrope (G_0) vis-à-vis du groupe des rotations. La variété des congruences à paramètre moyen constant *reste globalement invariante* par les différentes opérations de (Γ_0), ses diverses sections $p=$ const. *se transformant les unes dans les autres.* En outre les différents éléments du groupe (Γ_0) correspondant à la *même* valeur constante de p *forment un sous-groupe* (γ_p) de (Γ_0), donc du groupe général (Γ), et chacun des ∞^1 sous-groupes de (Γ) correspondant aux ∞^1 valeurs de p *laisse invariante la variété des congruences centrales des homothéties qui le composent.* Le sous-groupe (γ_0) relatif aux congruences normales ($p=0$) fournit une vérification immédiate du résultat précédent.

Les variétés à paramètre moyen constant ne sont pas les seules à jouir de la propriété d'invariance vis-à-vis de certaines opérations du groupe (Γ) des homothéties. Cette propriété appartient aussi aux différentes variétés *équiparamétriques* (formées par les différents ensembles de congruences de même paramètre moyen sur les rayons de même représentation sphérique). Chacune de ces dernières variétés est transformée en elle-même *par toute homothétie centrée sur la variété même.* Les applications géométriques des propriétés qui viennent d'être indiquées feront l'objet d'un travail ultérieur.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur la détermination du diamètre des gouttes des brouillards naturels et artificiels.* Note [1] de M. **Guy Littaye**, présentée par M. Henri Villat.

Les diverses gouttes qui constituent un brouillard ayant des grosseurs toutes différentes, la connaissance complète de ce brouillard exige l'étude statistique de la répartition des gouttes suivant leurs diamètres. De la courbe de fréquence obtenue, on peut déduire la répartition du volume liquide entre les divers diamètres. Cette étude statistique s'effectue généralement par prélèvements des gouttes qui se déposent sur une lame huilée déplacée par rapport au brouillard. Le diamètre des gouttes ainsi mises en suspension dans l'huile est mesuré au microscope.

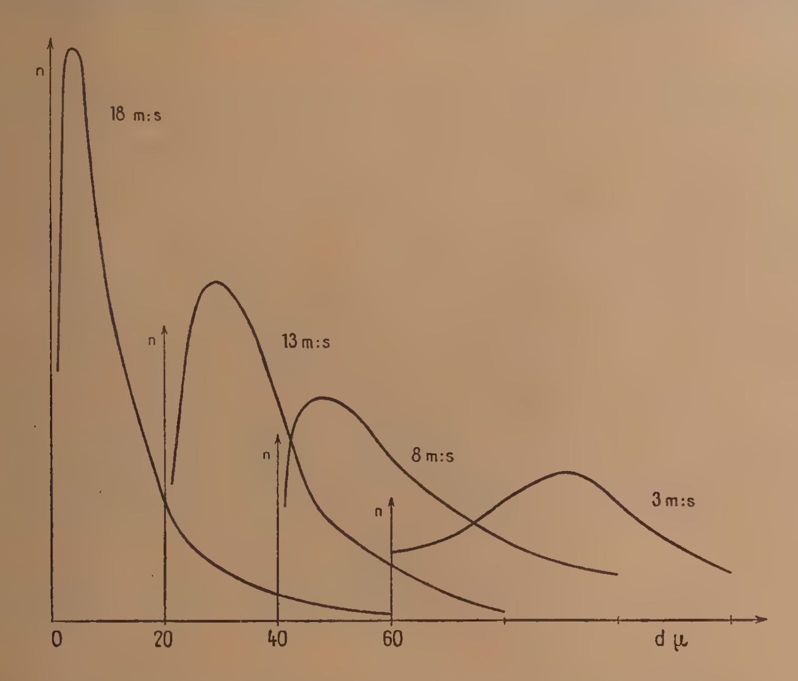
Les auteurs qui ont utilisé cette méthode ne semblent pas avoir été arrêtés par l'objection qu'en heurtant l'huile, les grosses gouttes pouvaient se briser en un grand nombre de gouttelettes fines, ce qui fausserait les mesures de répartition. Pour préciser la valeur de cette objection, je réalise un brouillard en faisant arriver le liquide à pulvériser (l'eau dans mes expériences) dans l'axe d'une veine d'air cylindrique obtenue au moyen d'une tuyère. Celle-ci débouche à l'air libre un peu en aval de l'arrivée du liquide. La vitesse de l'air, mesurée au moyen d'un pitot, reste sensiblement constante sur une longueur de quelques centimètres au delà de l'orifice de la base, longueur sur laquelle se produit la pulvérisation du jet. Le brouillard est ainsi formé à une vitesse relative bien définie (ici 72 m : s); entraîné d'abord par le courant gazeux, il ralentit peu à peu à l'air libre. Les gouttes d'eau sont recueillies dans une goutte d'huile de paraffine. L'émulsion, portée aussitôt sur la platine d'un microscope, est photographiée avec un grandissement convenable en utilisant l'éclairage sur fond noir. Malgré leurs inégales vitesses de chute dans l'huile, les gouttes n'ont pas le temps d'atteindre des profondeurs sensiblement différentes : elles sont toutes au point sur la plaque photographique. Lorsque de petites gouttes se trouvent cependant juste au-dessus de gouttes plus grosses, elles restent cependant parfaitement visibles grâce au mode d'éclairage adopté.

Quatre séries de prélèvements à diverses distances de la buse ont été effectuées, en des points où la vitesse du brouillard a les valeurs suivantes : 18 m : s, 13 m : s, 8 m : s et 3 m : s. Les courbes de la figure ci-contre représentent la répartition statistique des gouttes dans les émulsions ainsi obtenues. Ces courbes semblent faire reposer sur une base solide l'objection faite à la méthode de captation précédente. En effet, à mesure que la vitesse de captation diminue, la proportion des grosses gouttes augmente, alors que la constitution du brouillard ne peut avoir évolué sensiblement entre l'instant de sa production

---

(1) Séance du 23 décembre 1946.

et celui du prélèvement. Les courbes représentées ici traduisent les résultats obtenus sur un même nombre total de gouttes. Les différences observées s'accusent encore si l'on ramène ces résultats à un même volume total du liquide.



Mais en admettant que quelques grosses gouttes se soient divisées par le choc en un grand nombre de fines gouttelettes, ce phénomène n'a pu influer beaucoup sur la répartition du volume liquide entre les gouttes de divers diamètres, la seule intéressante. En effet, le volume total des gouttes inférieures à 40^{μ} représente, pour les prélèvements précédents, une fraction du volume liquide total qui reste comprise entre 0,008 et 0,02.

Si l'effet que je viens de décrire est sans importance pour les brouillards formés aux vitesses moyennes ([2]), il peut n'en être plus tout à fait de même pour les pulvérisations plus fines obtenues aux vitesses élevées, non plus que pour les brouillards naturels, toujours très fins. Il est prudent de limiter alors à une valeur faible, de l'ordre du m : s au plus, la vitesse relative du brouillard et de la lame collectrice.

([2]) La sélection mécanique observée par divers auteurs au voisinage de la plaque collectrice n'est pas à craindre non plus : elle n'élimine que des gouttes de diamètre très inférieur à 40 μ.

THÉORIE DE LA RELATIVITÉ. — *Relations entre les potentiels de gravitation dans la matière en mouvement.* Note de M. **Pierre Dive**, présentée par M. Jean Chazy.

Considérons un foyer d'énergie dont la densité matérielle $p_{(4)} = \rho$ et les pressions partielles $p_{(q)} (q \neq 4)$ ne dépendent que de la distance r à un centre de symétrie O. La Mécanique des milieux exige que les $p_{(q)}$ admettent une valeur double : $p_{(2)} = p_{(3)} = p_{(b)} (b : 2, 3)$. Le schéma est donc du type *Fluide parfait-Champ électromagnétique* (1).

Écrivons l'équation fondamentale de la Dynamique pour un repère trirectangle S′, lié au foyer, d'origine O′ quelconque, et dont l'axe $O'x^{1'}$ est porté par OO′ (2)

$$\varpi_{\beta'}\left(\rho \frac{dx^{\alpha'}}{ds}\frac{dx^{\beta'}}{ds} + Q^{\alpha'\beta'}\right) = 0. \tag{1}$$

$F^{\alpha'} = -\varpi_{\beta'} Q^{\alpha'\beta'}$ est la force contravariante des tensions. Tenons compte des relations données par la symétrie et la Mécanique des milieux ; $Q^{a'}_{q'} = 0 \, (q \neq a)$, $Q^{\alpha'}_{4'} = 0 \, (\alpha : 1, 2, 3, 4)$, $Q^{a'\beta'} = g^{a'\beta'} p_{(a)}$, $Q^{4'}_{a'} = -(g_{4'a'}/g_{4'4'}) p_{(a)} \, (a, q \neq 4)$, $g^{1'b'} = 0$; il vient

$$-\frac{1}{2} \rho g^{a'q'} \partial_{q'} \mathrm{L} g_{4'4'} = F^{a'}; \tag{2}$$

ou, en explicitant les $Q^{\alpha'\beta'}$,

$$\begin{aligned} \partial_{a'} p_{(a)} = {} & \left[\frac{1}{2}(p - p_{(a)}) + (p_{(a)} - p_{(h)}) g^{4'h'} g_{4'h'}\right] \partial_{a'} \mathrm{L} g_{4'4'} \\ & + (p_{(a)} - p_{(h)}) \left[\frac{1}{2} g^{h'q'} \partial_{a'} g_{h'q'} + g^{4'h'} \partial_{a'} g_{4'h'}\right]. \end{aligned} \tag{3}$$

Cette équation généralise l'équation de Haag pour $\varkappa = 0$ (3). — Passons de S′ au système $S^{\bullet}$ des coordonnées polaires r, θ, φ, telles que $x^1 = r\cos\theta$, $x^2 = r\sin\theta\cos\varphi$, $x^3 = r\sin\theta\sin\varphi$, et écrivons r pour $1^{\bullet}$, θ pour $2^{\bullet}$, φ pour $3^{\bullet}$. On trouve $g^{r\theta} = 0$, $g^{r\varphi} = 0$. D'autre part, la condition $g^{a4} = 0$ (dans S, au repos dans l'éther) donne, dans S lié au foyer, $g^{41} = i\varkappa g^{44}$ ($\varkappa = u/c$, u : vitesse galiléenne, $c = 3^{10}$ cm/s), $g^{4b} = 0 \, (b \neq 1)$, et, dans $S^{\bullet}$, $g^{r4^{\bullet}} = i\varkappa \cos\theta \, g^{4^{\bullet}4^{\bullet}}$, $g^{\theta 4^{\bullet}} = -i\varkappa r^{-1} \sin\theta \, g^{4^{\bullet}4^{\bullet}}$, $g^{\varphi 4^{\bullet}} = 0$. Les équations (3) en ∂_θ et ∂_φ peuvent alors s'écrire

$$[\rho - p_{(b)} - (p_{(b)} - p_{(1)}) g^{r4^{\bullet}} g_{r4^{\bullet}}] \, \partial_{\theta,\varphi} \mathrm{L} g_{4^{\bullet}4^{\bullet}} = (p_{(b)} - p_{(1)}) \, \partial_{\theta,\varphi} \mathrm{L} g^{rr}. \tag{4}$$

---

(1) Cf. A. Lichnerowicz, *Sur les équations relativistes de l'Électromagnétisme* (*Ann. Éc. Norm. Sup.*, 3e série, **40**, IV, 1943, p. 253).

(2) Nous reprenons les notations de notre précédente Note (*Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 232).

(3) J. Haag, *Le problème de Schwarzschild* [*Mémor. des Sc. Math.*, **46**, p. 12, équat. (28)].

Postulons l'existence de surfaces équipotentielles à l'intérieur du foyer [4]; $F_{\alpha'}\delta x^{\alpha'} = -1/2\,\rho(r^2)\,\delta L g_{4'4'}$ doit être une différentielle exacte; $g_{4^\bullet 4^\bullet} = g_{4'4'}$, et, en vertu de (4), g^{rr}, ne doivent dépendre que de r^2 [5]. *Les équipotentielles sont nécessairement sphériques.*

En résumé nous pourrons énoncer le théorème : *Il existe des surfaces équipotentielles; la force contravariante est centrale; la force covariante est centrale; g^{rr} est une fonction holomorphe de r^2 seul; $g_{4^\bullet 4^\bullet}$ est une fonction holomorphe de r^2 seul quand l'une quelconque de ces propositions est vraie.*

Considérons maintenant un corpuscule de rayon α assez faible pour que nous puissions, en seconde approximation, négliger les termes en α^3 devant les termes en α^0. On aura $g^{\theta\varphi} = 0$, $\partial_\varphi g^{rr} = 0$, $\partial_\varphi g^{r4^\bullet} = 0$, $\partial_\varphi g^{\theta\theta} = 0$, $\partial_\varphi g^{\theta 4^\bullet} = 0$, $\partial_\varphi g^{4^\bullet 4^\bullet} = 0$. D'autre part l'équation (3) en ∂_r peut s'écrire

$$(5)\qquad \frac{d}{dr}p_{(1)} = \frac{1}{2}\left[\rho - p_{(1)} + (p_{(2)} - p_{(1)})\,g^{\theta 4^\bullet} g_{\theta 4^\bullet}\right]\frac{d}{dr}\,L g_{4^\bullet 4^\bullet} + (p_{(2)} - p_{(1)})\,\frac{d}{dr}\,L\,|g^{\theta\theta} g^{\varphi\varphi}|.$$

Nous en déduisons que $\partial_\varphi g^{\varphi\varphi} = 0$. D'où ce théorème : *Le système* $S^\bullet$ *des coordonnées polaires est orthogonal et statique par rapport à* φ.

Enfin, l'équation [6]

$$g^{aq}x^q = \Psi(x^s)\,x^a \qquad (a,\ q,\ s \neq 4),$$

où $\Psi(x^s) = g^{rr}(r^2)$, nous donne la forme des g^{aq} limités au second ordre :

$$(7)\qquad \begin{cases} g^{aq} = \alpha\,(\delta^{aq} - \lambda x^a x^q) \qquad (\delta^{aq},\ \text{symbole de Kronecker}),\\ g^{44} = \dfrac{2}{\gamma}(1+\zeta)^{-1}\left[1 - \dfrac{1}{2}(1+\zeta^{-1})\,\nu r^2 + 2\,\dfrac{\lambda\zeta^{-1}}{(1+\zeta)}\,\varpi\, x^{1^2}\right]^{-1}, \end{cases}$$

avec $g_{44} = \gamma(1 - \nu r^2)$, $\varpi = \chi^2/\alpha\gamma$, $\zeta = \sqrt{1 + 4\varpi}$, α, λ, γ, ν étant des constantes.

Toutefois, il suffit que les tensions $p_{(q)}$ soient égales ou nulles [7] *sur la surface limite du corpuscule, ou bien que cette surface soit équipotentielle, pour que* [sauf le cas exceptionnel $p_{(4)}(0) = \rho(0)$] (4) *donne* $g_{44} = \gamma(1 - \nu r^2)$, *et implique l'anisotropie ellipsoïdale du type* II.

---

[4] Pour des corpuscules électriques, cette condition paraît imposée par la Physique. Il est d'ailleurs possible que les équations de gravitation $S^{\alpha'}_{\alpha'} = A p_{(\alpha)}(r^2)$ l'exigent sans aucun appel à une propriété physique. Nous n'avons pas encore élucidé ce point.

[5] Nous avons démontré le lemme : *Toute fonction de r seul, holomorphe des x^q, est holomorphe de r^2.*

[6] P. Dive, *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 232.

[7] Nulles, pour que la ligne d'univers soit une géodésique.

THERMODYNAMIQUE. — *Valeurs remarquables du rapport entre la chaleur moléculaire de fusion et la température de fusion des composés chimiques.* Note de M. **Stefan Procopiu**, présentée par M. A. Cotton.

1. Dans une Note précédente [1] j'ai montré que le rapport entre la chaleur moléculaire LM et la température de fusion T des métaux monoatomiques est tel que l'on a

$$\frac{LM}{T} = R, \quad (1)$$

où R est la constante des gaz, égale à 2 si L est mesuré en calories.

En utilisant les résultats venus depuis à ma connaissance, je trouve que cette relation se vérifie pour les métaux : Na, K, Be, Cu, Ag, Cd, Mg, Pb, Fe, Fe avec 4,2 % C, Co, Al, Pd, et aussi pour les molécules des éléments H_2, D_2, O_2, S_2, P_4. Dans le cas de la molécule d'hydrogène, on sait, d'après Eucken [2], que cette molécule se comporte aux basses températures comme une molécule monoatomique, de sorte que l'on s'explique que la relation (1) se vérifie encore pour H_2.

Je veux montrer dans la présente Note que si l'on considère divers composés chimiques, on peut écrire encore la relation

$$\frac{LM}{T} = K, \quad (2)$$

avec une constante K ayant souvent une valeur simple et présentant certaines régularités.

2. Pour 45 composés chimiques, dont 36 composés organiques, dérivés halogénés et nitro- du benzène, alcools et phénols bi- et tribasiques, et 9 composés inorganiques, ayant dans leur molécule plus de dix atomes, on peut écrire, au moins en première apppoximation,

$$k = \frac{LM}{T} = \left(\frac{n}{2}\right) R = n. \quad (3)$$

Dans cette relation n est le nombre des atomes, constituant la molécule, $1/2\,R$ correspond à 1^{cal} et représente l'énergie pour un degré de liberté. En d'autres termes la constante K, variation d'entropie lors de la fusion, est égale au nombre des atomes n.

La liste suivante, où sont rapprochées les valeurs de K et de n a été établie en utilisant les valeurs de L et T données dans le *Handbook of Chemistry and Physics*, 21[e] éd., 1937, Ohio, Cleveland.

Composés inorganiques : $MgCl_2, 6H_2O$ ($n = 21$, $K = 21{,}6$); $Mg(NO_3)_2$,

---

(1) *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 503.

(2) *Journal de Physique*, **7**, 1936, p. 287, et *Berlin. Akad. Ber.*, 1912.

$6H_2O$ ($n = 27$, $K = 26,7$); $Mn(NO_3)_2$, $6H_2O$ ($n = 27$, $K = 27,7$); $Ni(NO_3)_2$, $6H_2O$ ($n=27$, $K=32,7$); $Zn(NO_3)_2$, $6H_2O$ ($n=27$, $K=30$); $Cd(NO_3)_2$, $4H_2O$ ($n = 21$, $K = 23,5$); $Ca(NO_3)_2$, $4H_2O$ ($n = 21$, $K = 25,4$); Na_2CrO_4, $10H_2O_2$ ($n = 37$, $K = 45$); $K_2Cr_2O_7$ ($n = 11$, $K = 13$).

Composés organiques : $C_6H_4Cl_2$, *ortho*, *méta*, *para* ($n = 12$, $K = 12,1$; $12,1$; $13,4$). $C_6H_4Br_2$, *o*, *m*, *p* ($n = 12$, $K = 10,3$; 12; $13,4$). $C_6H_4I_2$, *o*, *m*, *p* ($n=12$, $K=11$; $12,4$; $13,3$). C_6H_4BrCl, *o*, *m*, *p* ($n=12$, $K=11,3$; $11,6$; $13,2$). C_6H_4BrI, *o*, *m*, *p* ($n = 12$, $K = 11,8$; $11,1$; 13). $C_6H_4ClCOOH$, *o*, *m*, *p* ($n=15$, $K=15$; $13,3$; 15). $C_6H_4ClNO_2$, *o* ($n=14$, $K=14,6$). $C_6H_4NO_2COOH$, *o*, *m*, *p* ($n = 17$, $K = 16$; $11,1$; $17,2$). $C_6H_4(NO_2)_2$, *o*, *m*, *p* ($n = 16$, $K = 14$; $11,4$; $15,1$). $C_6H_4NH_2NO_2$, *o*, *m*, *p* ($n = 16$, $K = 11,2$; $14,7$; 12). $C_6H_2Br_3NH_2$ ($n = 14$, $K = 15,5$). $C_6H_4(OH)_2$, résorcinol ($n = 14$, $K = 13,3$). $C_6H_4(OH)_2$, quinol ($n = 14$, $K = 14,5$). $(CH_2OH)_2$ ($n = 10$, $K = 10,2$). $C_3H_5(OH)_3$ ($n=14$, $K=15$). $C_6H_2Br_3OH$ ($n=13$, $K=12,1$). $CH_2ClCOOH\alpha$ ($n = 8$, $K = 8,8$). $CH_2ClCOOH\beta$ ($n = 8$, $K = 10$).

On voit que pour toutes les molécules, qui renferment plus de 8 atomes, le rapport K/n est voisin de l'unité et se trouve presque toujours égal à 1 à moins de 2/10 près.

3. Les dérivés du benzène, substitués dans la position para, donnent une constante de tension K, dont la valeur est de 1 unité plus grande que celle du même composé, substitué dans la position ortho. On a, pour la plupart des substances contenues dans la liste précédente,

$$K_{\text{para}} = K_{\text{ortho}} + 1. \qquad (4)$$

Les composés, possédant un radical, substitué dans la position para, éloigné du centre de la molécule, demandent à la fusion, pour la vibration de ce radical, une énergie supplémentaire, correspondant à environ un degré de liberté.

4. Les acides organiques, ayant un seul radical acide COOH, et les alcools et phénols monovalents ayant un seul radical OH, donnent une constante K de fusion beaucoup plus petite que le nombre des atomes *n*, et sa valeur peut descendre jusqu'à la moitié du nombre *n*, pour quelques-unes de ces substances : C_3H_7OH, $n = 12$, $K = 7$; C_4H_9OH, $n = 15$, $K = 12$; $C_{10}H_{13}OH$, $n = 25$, $K = 13$; etc., C_3H_7COOH, $n = 14$, $K = 10$; $C_7H_{15}COOH$, $n = 26$, $K = 18$; etc., C_6H_5COOH, $n = 15$, $K = 10$. On peut admettre que cette diminution de la valeur de la constante K est due à la polymérisation, seulement à l'état liquide, des molécules des acides organiques et des alcools.

5. Les hydrates NaOH, KOH, RbOH, CsOH donnent une constante K de valeur 2,7; 2,6; 2,8; 3; et les acides ClH, BrH, IH donnent respectivement 3,2; 3,3; 3,3. Les sels qui en résultent, NaF, NaCl, KF, KCl, donnent une constante K égale à 6,2; 6,8; 5,6 et 5,4, valeurs qui sont en moyenne la somme des constantes calculées pour la base et pour l'acide. Lorsqu'on aura

des données pour plusieurs substances, on pourra peut-être écrire la formule d'additivité

$$K_{base} + K_{acide} = K_{sel}. \qquad (5)$$

L'additivité des constantes K, c'est-à-dire des variations d'entropie des deux substances à la fusion, signifie que deux réactifs dissociés avant leur réunion restent avec les mêmes ions, toujours dissociés, dans le sel résultant.

MAGNÉTISME. — *Préparation et propriétés ferromagnétiques des phosphures de manganèse.* Note (¹) de MM. **Charles Guillaud** et **Henri Créveaux**, présentée par M. Aimé Cotton.

La préparation des phosphures de manganèse est particulièrement difficile à cause de la tension de vapeur très élevée du phosphore aux hautes températures atteintes. Le creuset en alumine pure, contenant le manganèse et le phosphore, est placé à l'intérieur d'une bombe cylindrique en acier de 2^{cm} d'épaisseur de paroi. Le couvercle de la bombe est vissé à force, il écrase alors un siège en forme d'arête vive, puis on soude à l'arc électrique. On assure ainsi en général l'étanchéité de la bombe en évitant l'attaque de la soudure par la vapeur de phosphore. Ce couvercle est aménagé de telle façon qu'il est possible de faire le vide dans la bombe et d'y introduire de l'argon sous pression.

Le manganèse utilisé est du manganèse pur (99,8 %) provenant de la distillation d'un amalgame de manganèse obtenu par électrolyse. Le phosphore rouge a été, au préalable, débarrassé de ses oxydes et séché. Ces deux éléments, en poudre très fine, sont intimement mélangés.

Après différents essais nous avons porté les bombes à 1000°C. environ pendant une heure, puis nous les avons laissé refroidir lentement. La combinaison a lieu dès la température de 300-350°C. Mais pour obtenir un alliage homogène nous avons dû atteindre 1000°. Le phosphore distille, d'où une perte de poids importante par suite de la formation de phosphure de fer sur les parois de la bombe. Il est donc nécessaire de placer dans le creuset, pour préparer un alliage de composition donnée, un excès de phosphore. La difficulté à vaincre est d'obtenir des alliages riches en phosphore ; malgré de nombreux essais nous n'avons pu dépasser la teneur de 33,7 % en ce dernier corps.

La phase ferromagnétique commence pour une teneur en phosphore voisine de 17 %. Nous avons donc préparé des alliages entre ces teneurs limites (17 %, 33,7 %) et l'étude de leurs propriétés ferromagnétiques a été faite.

Résultats. — Les propriétés ferromagnétiques de toute la phase ferromagnétique, au moment près, sont identiques : même point de Curie (25°C.), et mêmes variations relatives de l'aimantation en fonction du champ et de la température.

(¹) Séance du 20 janvier 1947.

Les figures 1 et 2 se rapportent à l'alliage le plus riche en phosphore (33,7 %) que nous ayons obtenu.

La figure 1 traduit les variations de l'aimantation spécifique σ en fonction

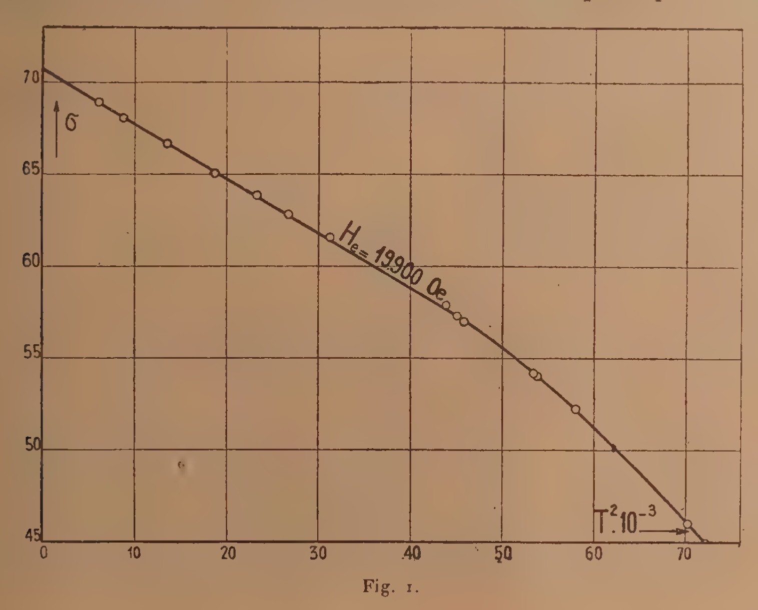


Fig. 1.

de T^2 pour un champ de 19900 Oe. Aux basses températures cette variation est linéaire.

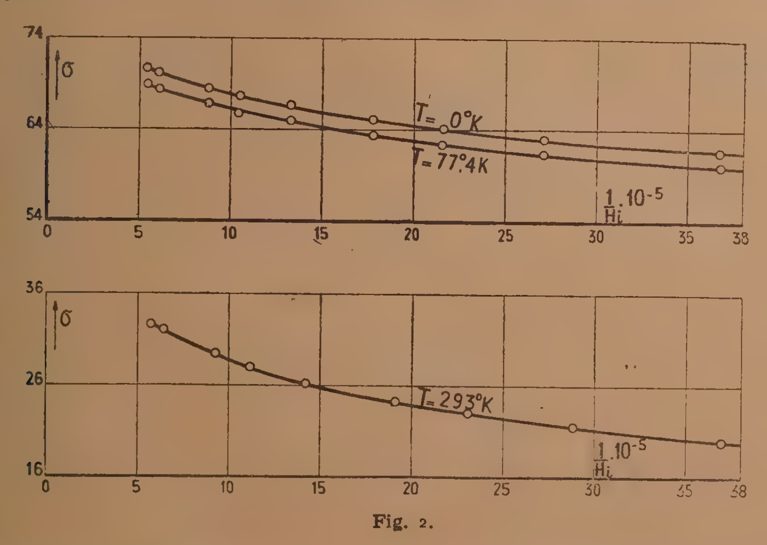


Fig. 2.

La figure 2 (σ en fonction de $1/H_i$, aux températures de 293°K., 77°K., 0°K.), montre que la loi hyperbolique $\sigma_H = \sigma_\infty(1 - a/H)$ n'est plus correcte. Il se

superpose à l'aimantation représentée par cette loi, une aimantation qui ne peut être expliquée par un paramagnétisme superposé; de plus, elle ne disparaît pas aux basses températures comme dans le cas du nickel par exemple. Dans ces conditions les extrapolations sont difficiles, les résultats ne seront donnés qu'à $\pm 2\%$.

Nous trouvons pour cet alliage à 33,7 % de phosphore

$$\sigma_{H=19900,\, T=77^\circ K} = 68,8, \qquad \sigma_{\infty,\, 77^\circ K} = 73,4 \qquad \sigma_{\infty,\, 0^\circ K} = 75,2.$$

Pour connaître le moment du composé défini MnP (36,1 %), nous avons tracé la courbe de l'aimantation spécifique $\sigma_{H=19900,\, T=77^\circ K}$ (qui nous est donnée directement par l'expérience) en fonction du titre. Par extrapolation nous avons obtenu

$$\sigma_{H=19900,\, F=77^\circ K} = 70,8,$$

ce qui donne par analogie

$$\sigma_{\infty,\, 0^\circ K} = 77,4,$$

d'où

$$\sigma_{at} = 6730.$$

Le moment de l'atome de manganèse entrant dans la molécule est de

$$n = 5,98 \pm 0,15\ \mu_w \qquad \text{(magnétons de Weiss).}$$

ÉLECTRONIQUE. — *Étude de la propagation simultanée d'une onde progressive guidée et d'un faisceau électronique de vitesse voisine*. Note de M. **Pierre Lapostolle**.

Je me propose d'étudier sur un modèle concret l'interaction entre une onde progressive et un faisceau électronique de même vitesse. Je considère un guide cylindrique de rayon R_0 constitué par une substance diélectrique de constante diélectrique K élevée, métallisée sur sa surface extérieure et percée d'un canal central de rayon r_0 dans lequel circule un faisceau électronique qui, en l'absence d'interaction, aurait une densité linéaire ρ_0 et une vitesse v_0.

I. *Propagation dans le diélectrique*. — L'étude de la propagation dans le diélectrique, faite pour simplifier dans le cas d'une onde E à symétrie de révolution d'ordre zéro, conduit, pour des champs électriques alternatifs $\vec{E}$ et $\vec{H}$, à des expressions, en coordonnées cylindriques (r, θ, z), qui contiennent en particulier

$$(1)\quad \begin{cases} E_z = A_1[J_0(h_1 r) + \lambda N_0(h_1 r)]e^{j\omega t + kz}; \qquad H_\theta = B_1[J_1(h_1 r) + \lambda N_1(h_1 r)]e^{j\omega t + kz} \\ \text{avec} \\ \qquad h_1^2 = K\dfrac{\omega^2}{c^2} + k^2 \qquad \text{et} \qquad \dfrac{A_1}{B_1} = -j\dfrac{h_1}{\varepsilon_0 \omega K}, \end{cases}$$

A, B, λ sont des constantes, ε_0 et μ_0 la constante diélectrique et la perméabilité du vide $[\varepsilon_0 \mu_0 c^2 = 1]$.

II. *Propagation dans le faisceau.* — Je suppose que la vitesse et la densité électronique dans le faisceau, compte tenu de l'interaction, diffèrent relativement peu de v_0 et ρ_0. On peut alors chercher des solutions du type

$$\vec{v}_0 + \overrightarrow{v(r)}\, e^{j\omega t + kz} \qquad \text{et} \qquad \rho_0 + \rho(r)\, e^{j\omega t + kz}.$$

L'étude générale faite en supposant l'existence d'un champ magnétique axial focalisateur H_0 a montré que, pour les très grandes valeurs de H_0, la vitesse $\overrightarrow{v(r)}$ est purement axiale [1]. On trouve alors les expressions suivantes

$$(2) \quad \begin{cases} E_z = A_2 I_0(h_2 r); \qquad H_\theta = B_2 I_1(h_2 r); \qquad \dfrac{A_2}{B_2} = -j\dfrac{h_2}{\varepsilon_0 \omega (1+s)} \\ \text{où } h_2^2 = -k^2\left(1 + \dfrac{\omega^2}{k^2 c^2}\right)(1+s) \quad \text{avec } s = \dfrac{4\rho_0}{r_0^2}\dfrac{e}{m}\mu_0 \dfrac{c^2}{v_0^2 \gamma^2} \quad \text{et} \quad \gamma = k + j\dfrac{\omega}{v_0} \\ (e \text{ et } m, \text{ charge et masse de l'électron}). \end{cases}$$

III. *Conditions aux limites.* — On doit avoir $E_z = 0$ sur la surface métallique $(r = R_0)$ et raccorder les champs tangentiels pour $r = r_0$. Pour fixer les idées, je considère, en l'absence d'électrons, une onde du type E_{01}; il lui correspond une certaine vitesse de propagation u et je suppose $v_0 \neq u$. En présence des électrons, les composantes de l'onde contiendront le terme exponentiel

$$(3) \qquad e^{j\omega t + kz} = e^{j\omega\left(t - \frac{z}{v_0}\right)}\, e^{\gamma z}.$$

Résultats. — Pour simplifier la résolution des équations, on a supposé r_0 notablement inférieur à R_0. D'une façon générale il existe 3 ondes se propageant dans le même sens que le faisceau, l'une légèrement plus rapide sans atténuation ni gain, les autres légèrement plus lentes, l'une s'amplifiant et l'autre s'affaiblissant

1° *Pour r_0 petit* (d'une façon plus précise si $|k_2 r_0| \ll 1$, ce qui a lieu, pour ρ_0 assez faible, si $\omega r_0 \ll v_0$) on trouve

$$(4) \qquad \gamma^3 = -j\, 42{,}5\, \frac{c^2 \rho_0}{K \omega v_0 R_0^4}\, \frac{e}{m}\, \mu_0 = -j\, 1{,}26\, \frac{\omega^3}{v_0^3}\, \frac{(p-1)^2}{p}\, \rho_0\, \frac{e}{m}\, \mu_0$$

avec $p = K v_0^2/c^2$,

2° *Pour r_0 grand* si ρ_0 est très faible, on trouve

$$(5) \qquad \gamma^3 = -j\, 42{,}5\, \frac{c^2 \rho_0}{K \omega^2 r_0 R_0^4}\, \frac{e}{m}\, \mu_0 = -j\, 1{,}26\, \frac{\omega^2}{v_0^2 r_0}\, \frac{(p-1)^2}{p}\, \rho_0\, \frac{e}{m}\, \mu_0.$$

Pour des valeurs plus grandes de ρ_0 on retrouve encore 3 ondes : pour l'onde amplifiée et l'onde atténuée, γ est donné par les racines à partie imaginaire

---

[1] W. C. HAHN, *General Electric Review*, 42, 1939, p. 258.

négative de

$$\gamma^4 = -1,57 \frac{\omega^4}{v^2 c^2} \frac{(p-1)^4}{p^2} \rho_0 \frac{e}{m} \mu_0. \qquad (6)$$

Remarque. — 1° Le modèle employé a été également considéré par M. R. Wallauschek (²) qui en a fait une étude approximative : il suppose que la composante électrique axiale est constante pour toute la section du faisceau. Les résultats sont très analogues à ceux que je donne pour r_0 faible.

2° L'étude de l'interaction entre une onde progressive et un faisceau de même vitesse faite sur un autre modèle (³) conduit également à la mise en évidence de 3 ondes se propageant dans le sens du faisceau et jouissant des propriétés analogues à celles que j'indique.

OPTIQUE. — *La diffusion moléculaire de la lumière et la déformation des ions.* Note de MM. **Auguste Rousset**, **Robert Lochet** et **P. Magne**, présentée par M. Jean Cabannes.

I. Dans le spectre Raman d'un cristal de sulfate de cuivre, le nombre des raies internes de l'ion SO_4^{--} est plus élevé que dans les solutions étendues : dans la maille triclinique, sous l'action des ions et molécules voisines, les forces de covalence dans l'ion SO_4^{--} perdent la symétrie du tétraèdre régulier et la dégénérescence des oscillations doubles et triples est détruite.

Pour dénombrer et classer ces fréquences *internes*, nous avons opéré sur un monocristal de sulfate de cuivre, taillé en forme de parallélépipède rectangle, mais une arête seulement était parallèle à l'un des axes de l'ellipsoïde des indices [celui parallèle au plan de clivage (110)]. Pour les deux seules orientations différentes de ce cristal qui permettent l'étude de la polarisation, les fréquences Raman de l'ion ne paraissent que dans l'un ou l'autre des spectres I ou *i*. Comme dans le cas du gypse (¹) on peut les classer en symétriques (S) ou antisymétriques (A) par rapport à un axe binaire confondu ici avec l'axe de l'ellipsoïde des indices : on en conclut que l'ion déformé a conservé *au moins* un axe binaire.

Notre liste des fréquences complète celle de H. Nisi (²); la fréquence $616 \pm 5\ \text{cm}^{-1}$ est sans doute double, mais dans nos clichés ses deux composantes

---

(²) *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 191.

(³) A. Blanc-Lapierre et P. Lapostolle, *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 104. Le lecteur corrigera de lui-même deux erreurs typographiques : les formules (3) sont données pour des solutions du type B $e^{j(\omega t+kz)}$ et non B $e^{j(\omega t+kz)}$, et il faut remplacer $-j$ par $+j$ et c par e dans l'expression relative à (O_4).

(¹) J. Cabannes, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 1353; A. Rousset et R. Lochet, *J. de Physique*, 6, 1945, p. 57.

(²) *Jap. J. Physics*, 7, 1932, pp. 3-30.

antisymétriques, paraissant à la fois dans le spectre i, n'ont pu être séparées [447(S), 468(A)] [610(S), 616±5(A)] [984(S)] [1060(A), 1098(A), 1147(S)].

Une fois identifiées toutes les fréquences internes de l'ion SO_4^{--} et de la molécule d'eau, il faut attribuer les autres fréquences observées, en particulier 282 cm^{-1}, la plus intense des basses fréquences, et 1487 cm^{-1}, aux oscillations du réseau. Or, dans les solutions *saturées* de sulfate de cuivre, A. da Silveira (3) a observé également la multiplicité d'une fréquence triplement dégénérée (1058, 1110 et 1143 cm^{-1}) et les raies *externes* 279 et 1476 cm^{-1}. Ainsi dans les solutions saturées, la répartition des molécules et des ions, dont dépendent la déformation des ions et les fréquences externes, n'est pas arbitraire, la plus probable étant celle que l'on retrouve dans le cristal (4).

II. La déformation des ions dans les solutions concentrées doit s'observer à fortiori sur les ions complexes imparfaits, en équilibre mobile avec leurs constituants, car les forces de liaison y sont relativement plus faibles que les forces de covalence. Si l'étude des spectres de diffusion des mélanges de solutions d'halogénure de Cd et de K a confirmé la structure tétraédrique régulière des ions CdI_4^{--} et $CdBr_4^{--}$ (5), l'interprétation du spectre des ions complexes du mercure est plus délicate. D'une part, même avec les solutions où la formule HgX_4 (X : atome d'hologène) est la plus probable, on observe deux bandes non résolues au lieu des 4 raies séparées de l'ion tétraédrique; d'autre part le spectre change quand la concentration relative en sel mercurique augmente : la bande de faible fréquence disparaît tandis que la bande de fréquence élevée est légèrement déplacée : cette dernière bande a été attribuée successivement aux ions complexes HgX_3^- et HgX_2, KX, H_2O (6).

Nous avons retrouvé cette bande unique en 171 cm^{-1} avec une solution concentrée de bromomercurate de baryum (100^g de $BaBr_2$, 2 H_2O et 160^g de $HgBr_2$ dans 100^g d'eau). La raie Raman 205 cm^{-1}, caractéristique de la molécule $HgBr_2$ ne paraissant pas et les nombres des molécules $HgBr_2$ et $BaBr_2$ étant sensiblement égaux, c'est la formule $HgBr_4$ qui convient pour l'ion complexe (7). L'effet Cabannes-Daure est intense : cet ion complexe n'a donc

---

(3) *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 652.

(4) L'absorption des sels d'europium en solution révèle une ébauche de structure réticulaire au sein du liquide (S. FREED et S. I. WEISSMAN, *J. Chem. Phys.*, 8, 1940, p. 840).

(5) Mlle M.-L. DELWAULLE, MM. F. FRANÇOIS et J. WIEMANN, *Comptes rendus*, **208**, 1939, pp. 184 et 1818.

(6) Mlle M.-L. DELWAULLE, MM. F. FRANÇOIS et J. WIEMANN, *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 1108; **207**, 1938, p. 340.

(7) Nos mesures d'absorption ultraviolette sur les mélanges de solutions *équimoléculaires très étendues* n'ont révélé qu'un seul complexe imparfait de formule $HgBr_4$, quelle que soit la richesse en bromure mercurique (A. ROUSSET et P. MAGNE, *Soc. Fr. Physique*, Bordeaux, 21 novembre 1946).

plus l'isotropie du tétraèdre régulier. Supposons-le écrasé suivant un de ses axes binaires et envisageons le cas extrême d'un ion plan. Les fréquences internes actives se retrouvent alors dans deux raies : une raie de déformation des valences (Bg) de faible fréquence et de faible intensité (non observée) et une raie due à la superposition d'une oscillation symétrique (Ag) et antisymétrique (Bg) par rapport à l'axe quaternaire, dont les fréquences sont égales : nous l'identifions avec la bande en 171 cm^{-1}.

L'hypothèse d'une déformation de l'ion tétraédrique $HgBr_4^{--}$ rend compte du spectre de diffusion de notre solution concentrée. Ce spectre étant identique à celui des mélanges riches en sel mercurique, concentrés ou non ([3]), on en déduit que la fixation d'une molécule HgX_2 sur les ions tétraédriques HgX_4 ne se traduit, au point de vue de la diffusion moléculaire, que par un aplatissement de l'ion.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Énergies et fréquences des phénomènes de tripartition et quadripartition de l'uranium*. Note de M. **Tsien San-Tsiang**, Mme **Ho Zah-Wei**, MM. **Raymond Chastel** et **Léopold Vigneron**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Après la publication des preuves expérimentales des nouveaux modes de la fission de l'uranium, tripartition ([1]) et quadripartition ([2]), observées dans l'émulsion photographique soumise à l'action des neutrons lents, nous avons poursuivi des recherches avec les plaques *Ilford nuclear research* C_2, en vue de préciser les masses et les énergies des fragments et de comparer la fréquence de ces phénomènes à celle de la fission habituelle (bipartition).

Tripartition. — Nous avons jusqu'ici observé environ une vingtaine de cas de tripartition. Ceux dont les trajectoires sont entièrement contenues dans la gélatine sont donnés dans le tableau suivant. M_1 est la masse du fragment emportant la plus grande quantité de mouvement, M_2 celle du deuxième fragment lourd et M_3 celle du fragment léger; leurs parcours en équivalent d'air et leurs énergies sont respectivement R_1, R_2 R_3 et E_1, E_2, E_3. θ_2 et θ_3 sont les angles que font les trajectoires M_2 et M_3 avec le prolongement de la trajectoire M_1.

Étant données les incertitudes des relations *vitesse-parcours* pour les ions lourds et les erreurs expérimentales, la précision sur M_1, M_2 et ΣE est de l'ordre de 10 %. M_3 dépend essentiellement de l'angle θ_2 et de l'impulsion emportée par les neutrons émis au moment de la fission (s'il y a lieu). Comme le

---

([1]) *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 986.

([2]) Ho Zah-Wei, Tsien San-Tsiang, L. Vigneron et R. Chastel, *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 1119. Dans le tableau de cet article, les chiffres sous les colonnes M_3 et M_4 doivent être échangés, ainsi que ceux qui sont sous les colonnes E_3 et E_4.

second facteur est inconnu, nous donnons seulement l'erreur sur M_3 introduite par les mesures de θ_2 ($\pm 1°$).

	M_1.	R_1 (cm).	M_2.	R_2 (cm).	M_3.	R_3 (cm).	E_1 (MeV).	E_2 (MeV).	E_3 (MeV).	ΣE (MeV).	θ_2 (deg.).	θ_3 (deg.).
A.....	114	2,1	118	2,0	**4±2**	**18**	73	66	15	**154**	4	71
B.....	135	2,0	97	2,5	**4±1**	**21**	72	97	15	**184**	5	81
C....	132	1,7	99	2,0	**5±1**	**25**	49	60	21	**130**	7	72
D....	121	1,9	110	2,0	**5±1**	**24**	62	64	21	**147**	7	79
E.....	138	1,9	93	2,5	**5±3**	(1,3)	65	95	3	**163**	1,5	75
F.....	117	2,25	114	2,25	**5±1**	**28**	88	85	21	**194**	6	76
G....	134	2,1	97	2,6	**5±1**	**25**	78	109	21	**208**	5,5	76
H....	134	1,7	96	2,1	**6±2**	(2,5)	49	66	6	**121**	4	80
I.....	146	1,5	84	2,2	**6±1**	**19**	38	66	21	**125**	9	85
J.....	150	1,85	80	2,85	**6±2**	(3,0)	63	113	7	**183**	4	78
K....	110	2,25	120	2,05	**6±1**	**44**	84	71	34	**188**	9	73
L.....	150	1,9	78	3,0	**7±3**	(1,9)	67	124	5	**196**	3	62
M....	106	1,8	121	1,6	**9±2**	**24**	50	40	37	**127**	15	72
N....	123	2,1	104	2,35	**9±2**	**17**	76	88	30	**194**	10	75

Dans l'ensemble $\theta_2 + \theta_3$ est d'environ 90° et R_3 est assez long; ses valeurs les plus fréquentes sont voisines de 20^{cm}. M_1 et M_2 suivent à peu près le rapport des fragments de la bipartition et M_3 semble avoir les valeurs probables de 5 et 9. La valeur moyenne de l'énergie cinétique totale (165 MeV) est d'environ 15 MeV supérieure à celle de la bipartition et est en bon accord avec les prévisions théoriques ([3]), ([4]). *Le rapport de la fréquence de la tripartition à celle de la bipartition est* 0,003 ± 0,001.

Des expériences ont été faites pour détecter si le fragment léger de long parcours est radioactif. Les résultats semblent être négatifs; toutefois il n'est pas impossible qu'il soit radioactif avec une période très courte ou très longue.

Quadripartition. — Jusqu'à maintenant nous avons observé deux cas certains de quadripartitions, dont un a été déjà publié en détail ([2]). Dans le deuxième cas, les quatre trajectoires ne sont pas dans un même plan, trois des fragments sont lourds et un est léger. La moyenne de l'énergie cinétique totale de ces deux cas est d'environ 110 MeV, soit inférieure de 40 MeV à celle de la bipartition, ce qui est en bon accord avec la valeur estimée par Bohr et Wheeler ([3]).

Le rapport de la fréquence de la quadripartition à celle de la bipartition est 0,0003 ± 0,0002.

([3]) N. BOHR et J. A. WHEELER, *Phys. Rev.* 56, 1939, p. 426.
([4]) R. D. PRESENT, *Phys. Rev.*, 59, 1941, p. 466.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude comparée conductimétrique et thermique des sels mixtes dérivés des halogénures de plomb.* Note [1] de Mlle **Irène Delgery**, présentée par M. Paul Pascal.

Nous avons précédemment étudié la formation par voie thermique des sels mixtes des chlorure, bromure et iodure de plomb [2].

Nous avons cherché à déceler la présence de ces composés en solution dans l'eau. Pour cela, nous avons étudié les variations de conductivité présentées par des solutions de concentration constante en plomb, mais dont les proportions de l'anion varient régulièrement (courbe 1). Les halogénures de plomb

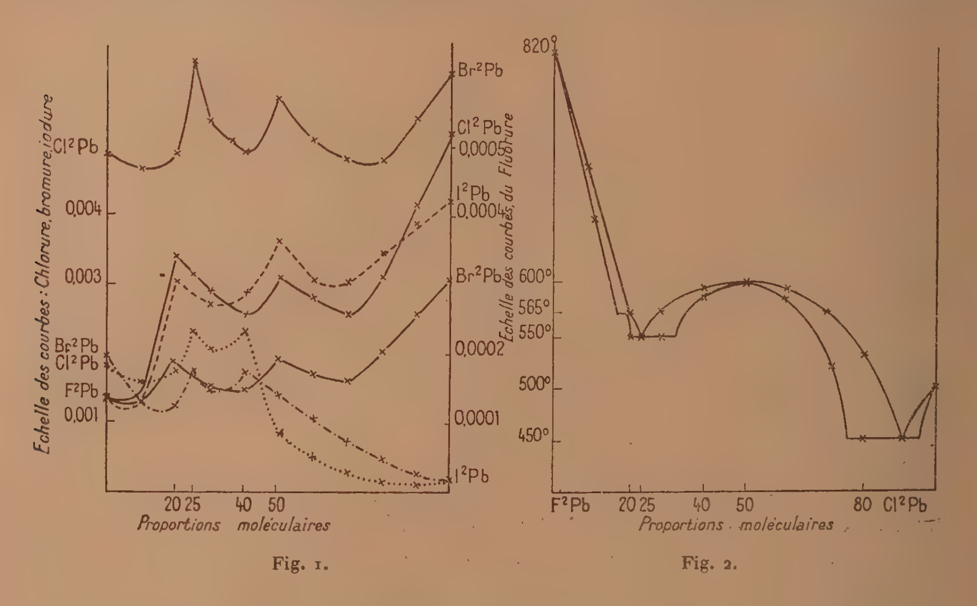


Fig. 1. Fig. 2.

étant très peu solubles, nous avons dû prendre des solutions très diluées :

0,0245 mol par litre pour les mélanges de chloro-bromure;

0,0084 » » de chloro-iodure et bromo-iodure;

0,0026 » pour les composés de fluorure.

Malgré la dilution, les résultats obtenus sont très nets. Les courbes présentent des maxima très accusés aux points correspondant à des composés définis. Il y a correspondance parfaite entre les sels mixtes obtenu par fusion et les composés définis décelés en solution. En particulier, les sels qui se décomposent avant fusion existent à l'état stable en solution. (Exemple : $3Cl_2Pb, Br_2Pb$, impossible à préparer par fusion). *A priori*, opérant à une

---

[1] Séance du 13 janvier 1947.

[2] *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 886; **223**, 1946, p. 401.

température plus basse, nous pourrions obtenir plus de composés que n'en donne le diagramme thermique. Nous voyons qu'il n'en est rien, si nous acceptons le cas précédemment cité. En particulier, la série des bromo-iodures signalés par Thorpes ([3]) et M[lle] Field ([4]) déjà invisibles à l'état fondu le sont encore en solution. Il est donc très probable qu'ils n'existent pas et que seuls $3Br_2Pb, I_2Pb$ et $3Br_2Pb, 2I_2Pb$ soient des composés définis.

Les composés formés en solution et par fusion étant les mêmes, la conductimétrie permettrait de prévoir la forme des diagrammes de l'analyse thermique et d'attirer l'attention sur des régions intéressantes. Un composé défini fondant sans décomposition est, en général, nettement indiqué par l'analyse thermique; il n'en est pas toujours de même d'un point péritectique, surtout lorsque le palier est étroit. Par contre, l'analyse conductimétrique, si ces résultats sont généralisables, les indiquerait à coup sûr. Nous l'avons déjà vérifié dans le diagramme fluorure-chlorure (courbe 2). Nous observons un point péritectique à 565° pour 80 % de fluorure, voisin d'un eutectique fondant à 525° et correspondant à 75 % de fluorure; mais ce point serait sans doute passé inaperçu à cause de la faible étendue du palier eutectique et nous ne l'avons véritablement mis en évidence que parce l'étude conductimétrique de la solution nous a révélé l'existence du sel $F_2Pb.Cl_2Pb$.

D'autre part, nous avons remarqué après coup, par conductimétrie, l'existence du composé $3Cl_2Pb, I_2Pb$ que nous n'avions pas signalé sur le diagramme thermique ([2]). Mais ce sel se décompose avant fusion et le léger arrêt péritectique était passé inaperçu. Les courbes de conductibilité nous ont donc permis de prouver l'existence des sels mixtes obtenus par fusion, de préciser les diagrammes fournis par l'analyse thermique, et d'en prévoir la forme. Les deux méthodes se confirment et se complètent et nous nous proposons de voir jusqu'à quel point cette remarque est généralisable.

Les sels mixtes de plomb (dont nous remarquerons la symétrie des formules) sont donc les suivants :

Fluo-chlorures	$FClPb$			$4F_2Pb, Cl_2Pb$
Fluo-bromures	$FBrPb$			$4F_2Pb, Br_2Pb$
Fluo-iodures	$FIPb$			$4F_2Pb, I_2Pb$
Chloro-bromures ...	$ClBrPb$		$3Cl_2Pb, Br_2Pb$	
Chloro-iodures		$3Cl_2Pb, 2I_2Pb$	$3Cl_2Pb, I_2Pb$	
Bromo-iodures......		$3Br_2Pb, 2I_2Pb$	$3Br_2Pb, I_2Pb$	

([3]) *Am. Ch. Journal*, 10, 1888, p. 232.
([4]) *Chemical News*, 62, 1893, p. 157.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Action des ultrasons sur les propriétés des corps simples et des corps composés.* Note de MM. **Pierre Mastagli** et **André-Paul Mahoux**, présentée par M. Pierre Lejay.

En se propageant dans les corps, en particulier, dans les liquides, les ultrasons déterminent dans ceux-ci une série de phénomènes qui peuvent modifier profondément les équilibres chimiques et physiques.

Les manifestations de lumières internes observées dans certains liquides sous l'effet des ultrasons ([1]), les élévations de température du milieu ([2]) et les effets de pression de radiation et de gradient ressortissent de la physique, mais s'accompagnent, suivant les cas, de modifications notables des propriétés chimiques instantanées des corps touchés.

Les effets les plus faciles à mettre en lumière sont dans l'eau contenant de l'oxygène, la formation d'eau oxygénée (H_2O_2) et en présence d'azote, d'acide nitreux et nitrique ([3]).

Agissant sur une certaine quantité de peroxyde d'azote, les ultrasons paraissent condenser une partie de ce corps qui répond alors à la formule N_2O_4. Mais cette réaction semble s'équilibrer et il peut y avoir co-existence dans le même ballon d'un mélange de NO_2 et de N_2O_4 ce dernier se dépolymérisant dès que l'action cesse, ce qui se traduit par une élévation de la pression dans le ballon.

Soumis à l'ultrason, certains corps organiques se dépolymérisent. On attribue généralement ce phénomène à l'absorption des ultrasons par les grosses molécules qui déterminent à l'intérieur de ces dernières une élévation de température pouvant entraîner la rupture de certaines liaisons : ceci est l'hypothèse classique.

Nous pensons que le mode d'action des ultrasons est tout autre, nous basant sur les travaux de MM. A. et R. Kling ([4]) et d'autres chercheurs, nous croyons pouvoir dire qu'agissant sur de grosses molécules, l'ultrason provoque dans celles-ci des phénomènes électriques pouvant modifier la répartition des charges internes d'où il pourrait s'ensuivre des ruptures d'équilibre chimique provoquant de profondes modifications de la stéréochimie des molécules touchées.

Ceci permet d'imaginer que dans le cas de corps comportant des doubles liaisons, si l'un des carbones est positif et l'autre négatif, il doit être possible, grâce aux ultrasons, de catalyser à volonté, sous réserve de techniques à définir,

---

([1]) A. Chambers, *Phys. Rev.*, **49**, 1936, p. 881, et N. Harvey, *J. Amer. Chem. Soc.*, **161**, 1939, p. 2392.

([2]) A. Dognon et E. H. Biancani, *Les Ultrasons*, Paris, p. 161.

([3]) H. Beuthe, *Z. Phys. Chem. Abt.*, **163**, 1933, p. 161, et F. O. Schmitt, G. H. Johnson et A. R. Olson, *J. Amer. chem. Soc.*, **51**, 1929, p. 370.

([4]) *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 33.

l'absorption d'hydrogène sur les liaisons carbonyles ou éthyléniques, la formation d'acide par oxydation ou d'orienter la fixation d'hydracide sur les doubles liaisons ou les triples liaisons.

L'ultrason viendrait alors en quelque sorte activer ou se substituer, selon les cas, aux catalyseurs dont il permettrait peut-être ainsi d'expliquer le fonctionnement.

Parler d'hydrogénation à la pression normale, n'est cependant ici pas tout à fait exact; on le sait, l'ultrason en se propageant détermine des pressions internes et des gradients de pression de grandeurs non négligeables; il y a donc lieu d'en tenir compte.

Jusqu'à présent les ultrasons n'ont reçu d'applications pratiques en chimie organique que dans le domaine de la dépolymérisation (destruction des amidons) qui se transforment en dextroses plus ou moins condensés.

Nous pensons utiliser les propriétés des ultrasons, et spécialement leurs effets électriques, à l'activation de certaines réactions organiques.

Si l'on procède par analogie, il convient de ne pas oublier que si les ultrasons déterminent la formation spontanée d'eau oxygénée, c'est qu'ils provoquent l'activation de l'oxygène, de même qu'ils activent l'azote pour aboutir aux acides nitreux et nitriques. D'autres activations ont été remarquées, celle de l'hydrogène, qui dans certains cas, se transformerait en deutérium. Il a en effet été question de traces d'eau lourde, dans les bains liquides soumis à l'ultrason.

Il semble que le carbone soit aussi activé; les ultrasons ont en effet permis la formation de carbure de fer à basse température ([5]).

Dans tous ces cas, on peut penser que l'ultrason agissant sur l'azote, le carbone, l'hydrogène et l'oxygène libres, ou en combinaisons, déterminent dans ceux-ci des activations probablement de nature électrique, des modifications de propriétés analogues ayant été obtenues, le plus souvent en utilisant des forces électromotrices.

On peut donc admettre qu'agissant sur des combinaisons comportant du carbone ou de l'hydrogène, il provoque des modifications profondes dans la répartition des charges intramoléculaires des ensembles organisés et prévoir ainsi des modifications de propriétés, qui pourront varier suivant le signe propre des corps étrangers mis en présence des molécules organiques en question.

Nous nous proposons d'étudier l'hypothèse ionique en chimie organique, et plus généralement, le rôle joué par les charges électriques et leurs répartitions dans les propriétés de la matière.

([5]) M. G. Mahoux, *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 27.

CINÉTIQUE CHIMIQUE. — *Sur la participation du méthane aux réactions de synthèse et de transformation d'hydrocarbures aliphatiques.* Note de MM. **Marcel Prettre**, **Charles Eichner** et **Marcel Perrin**, présentée par M. Paul Pascal.

Au cours de travaux antérieurs, l'un de nous ([1]) avait montré que les catalyseurs utilisés dans certaines opérations de l'industrie du pétrole provoquent *l'isomérisation* des molécules traitées et dotent ainsi les chaînes de nombreuses ramifications méthyles. Pour améliorer le rendement de l'isomérisation, il est logique de procurer au catalyseur la substance la plus apte à fournir des radicaux méthyles, c'est-à-dire d'*ajouter du méthane* aux réactifs. Cela revient à envisager la réaction de *méthylation*

(1) $$CH_4 + C_nH_{2n} = C_{n+1}H_{2n+4},$$

qui ne peut avoir un bon rendement qu'aux fortes pressions. Pour éviter d'opérer sous pression, il faut choisir une réaction de synthèse ou de transformation d'hydrocarbures aliphatiques dont la variation standard d'énergie libre soit très négative. L'addition de méthane aux réactifs accroît cette variation, mais en limitant la dose de ce gaz, le rendement demeure bon à la pression atmosphérique.

Le procédé Fischer d'obtention d'hydrocarbures à partir du gaz de synthèse, dont les réactions sont, à la pression ordinaire vers 200°C.,

(2) $$nCO + (2n+1)H_2 = C_nH_{2n+2} + nH_2O,$$
(3) $$nCO + 2nH_2 = C_nH_{2n} + nH_2O,$$

répond à ces exigences. Si, conformément à notre hypothèse, le méthane participe à cette synthèse, les réactions précédentes deviennent :

(4) $$(n-x)CO + (2n+1-3x)H_2 + xCH_4 = C_nH_{2n+2} + (n-x)H_2O,$$
(5) $$(n-x)CO + (2n-3x)H_2 + xCH_4 = C_nH_{2n} + (n-x)H_2O.$$

Le calcul *a priori* des variations d'énergie libre de ces réactions nous a montré que, sous la pression ordinaire vers 200°C., il est théoriquement possible de transformer, selon (4) et (5), presque autant de méthane que d'oxyde de carbone.

Les expériences ont été réalisées avec un catalyseur à base de nickel réduit sur kieselguhr, sous la pression ordinaire et à la vitesse spatiale de 100. La mesure des volumes et l'analyse des gaz avant et après catalyse suffisent à définir, pour des intervalles de temps donnés, le rapport de la quantité de méthane contenue dans les produits de réaction à celle qui est contenue dans les réactifs. Voici quelques valeurs de ce rapport :

([1]) M. Prettre, *Cahiers de Physique*, **1**, 1941, p. 73.

Rapport du méthane sortant au méthane entrant.

Mélange de réactifs.	Tempér. (°C).	Périodes successives de la synthèse (heures). 0-24.	24-48.	48-72.	72-96.	96-120.	120-144.
$CO + 2H_2 + CH_4$	190	1,65	1,35	1,12	1,30	1,02	–
$CO + 2H_2 + 3CH_4$	190	1,08	1,01	1,04	1,02	0,98	0,97
$CO + 2H_2 + 3CH_4$	190	0,99	0,98	1,06	0,98	–	–
$CO + 2H_2 + 10CH_4$	190	0,94	0,97	0,97	0,95	–	–
$CO + 2H_2 + 3CH_4$	175	0,92	0,85	0,94	–	–	–

Il ressort clairement de ces résultats qu'avec tous les mélanges titrant au moins 50 % de méthane, une partie de ce gaz est consommée, tantôt dès la mise en marche de la synthèse, tantôt après un certain temps de fonctionnement. La consommation demeure faible à 190°, mais à 175° il disparaît à peu près un volume de méthane pour deux volumes d'oxyde de carbone, malgré l'excès d'hydrogène contenu dans les réactifs.

Les travaux résumés dans la présente Note démontrent donc qu'en présence de catalyseurs convenables, le méthane participe aux réactions de synthèse et de transformation des chaînes aliphatiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les critères de pureté du désoxycholate de méthyle.* Note (1) de MM. **Raymond Charonnat** et **Bernard Gauthier**, présentée par M. Marcel Délépine.

Le désoxycholate de méthyle qui cristallise plus facilement que son homologue éthylique (2) a été préconisé comme produit de synthèse et comme agent de purification de l'acide désoxycholique (3). Les auteurs se contentent le plus souvent de produits techniques et l'on ne trouve dans la littérature que peu de détails sur les caractères de pureté de l'acide utilisé au départ; les constantes de l'ester obtenu diffèrent notablement suivant les mémoires.

Pour Vila (4), le désoxycholate de méthyle fond à 76-78°. Borsche (5) (2) précise que l'ester brut contient encore du cholate de méthyle mais peut être purifié par cristallisation dans CH_3OH; les cristaux purs se ramollisent à 82° et fondent à 92-93°; après dessiccation sous vide à 100°, ils fondent à 110° après ramollissement, et l'analyse montre qu'ils contiennent encore 1/2 molécule de solvant par molécule. Dane et Brady (6) confirment les résultats précédents (ramollissement à partir de 80°, fusion nette à 95-97°). Selon

(1) Séance du 6 janvier 1947.
(2) W. Borsche et A. Schwarz, *Ber.*, 60, 1927, p. 1846.
(3) T. Reichstein et M. Sorkin, *Helv. chim. Acta.*, 25, 1942, p. 797.
(4) *Anales Soc. Esp. Fis. Quim.*, 21, 1923, pp. 397-400.
(5) W. Borsche et R. Frank, *Ber.*, 59, 1926, p. 1748.
(6) *Z. Physiol. Chem.*, 244, 1936, pp. 241-244.

Reichstein et coll., le F se situe entre 76° (7) et 78-80° (8) (9). Plus récemment, cet auteur introduit comme constantes supplémentaires, le pouvoir rotatoire (pour F 80-81°, $[\alpha]_D^{23} + 55°,8 \pm 1,5$ (9); pour F 79°; $[\alpha]_D^{16} + 54°3$, alcool à 90°) (9). Dernièrement, Gallagher et Long (10) indiquent comme constantes du désoxycholate de méthyle cristallisé dans CH_3OH : F 97-102°. Enfin *Organic Syntheses* (11) donne la préparation d'un produit technique fondant entre 96° et 100°, tandis que McKenzie et coll. (12) utilisent des cristaux de F 72-78° et 82-88°.

Ces variations dans les constantes du désoxycholate de méthyle sont l'indice d'une pureté insuffisante compliquée par la présence de solvants de cristallisation. Il nous a donc paru intéressant de chercher à améliorer le degré de pureté et à préciser les constantes de cet ester, en partant soit d'acide technique, soit de l'acide pur défini précédemment (13).

1° L'acide technique utilisé, de constantes analogues à celles de la littérature (F 173°; $[\alpha]_D^{25} + 55°,7$), contenait encore 14 % d'acide cholique et 3 % de CH_3COOH (13).

L'ester a été préparé suivant la méthode préconisée par Reichstein, qui nous a semblé la plus commode. L'évaporation lente d'une solution méthylique ou éthérée de produit brut donne, avec de mauvais rendements, des cristaux de désoxycholate de méthyle qu'il est ensuite difficile de cristalliser sans grandes pertes, dans l'acétone, le méthanol ou l'éther. Le F des cristaux obtenus est analogue à celui donné par les auteurs précédents (F 76-78°); le pouvoir rotatoire est très bas $[\alpha]_D^{17,5} + 44°,7 \pm 0,5$). En effet, cet ester retient une forte proportion de cholate de méthyle identifié par la réaction phospho-vanillique. Il ne nous a donc pas été possible d'améliorer les constantes du désoxycholate de méthyle en partant d'un acide technique.

2° Par contre, la purification de l'ester est très simple en partant de notre acide pur (F 188-189°) (12). 10^g de cet acide, en suspension dans 20$^{cm^3}$ de méthanol absolu, sont traités par le diazométhane en solution éthérée. Par évaporation lente de la solution, on recueille 9^g de cristaux encore impurs, qui, après séchage de 12 heures, sous vide poussé, se ramollissent à 75° et fondent complètement à 88-89°. Ils sont recristallisés facilement, par deux fois, presque sans pertes, dans 15$^{cm^3}$ de CH_3OH pur. L'ester retient du solvant qui n'est pas éliminé par séchage de 12 heures sous haut vide. Le point de fusion devient

---

(7) I. Barnett et T. Reichstein, *Helv. chim. Acta*, **21**, 1938, p. 926.

(8) H. Reich et T. Reichsteen, *Helv. chim. Acta*, **26**, 1943, p. 584.

(9) B. Koechlin et T. Reichstein, *Helv. chim. Acta*, **25**, 1942, p. 919.

(10) T. F. Callagher et W. P. Long, *U. S. P.*, **2397656** du 2 avril 1946.

(11) *Organiç Synthèses*, New-York, **24**, 1944, p. 41.

(12) B. F. McKenzie, W. F. McGuckin et E. C. Kendall, *Journ. Biol. Chem.*, **162**, 1946, p. 558.

(13) R. Charonnat et B. Gauthier, *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 1009.

très net. Après ramollissement à 80°, le produit fond à 88° ; $[\alpha]_D^{21} + 46°,96 \pm 0°,5$ (méthanol). Nous avons cherché à savoir si l'emploi d'autres solvants, en particulier de solvants anhydres, modifierait ces critères. Le désoxycholate de méthyle a donc été cristallisé successivement dans l'acétone, le benzène et la butanone anhydres. Bien que les solubilités dans ces solvants soient très fortes, la cristallisation à la glacière a été presque intégrale. Dans tous les cas, l'ester obtenu, après séchage sous vide, se ramollit à 100° et fond définitivement à 105-106°. Une dernière cristallisation dans un mélange d'oxyde d'éthyle et d'éther de pétrole anhydres ne change pas les constantes.

Après toutes ces purifications, nous avons recueilli finalement 8ᵍ de désoxycholate de méthyle sec, de constantes : F 105-106°; $[\alpha]_D^{20,5} + 48°,09 \pm 0°,5$ (butanone); $\alpha = +1°$; $c = 1,0396$; $l = 2^{dm}$. Analyse de l'ester cristallisé dans CH_3OH : tr. C % 71, 35 et 71,60; H % 10,50 et 10,15; cal. pour $C_{25}H_{42}O_4$, CH_3OH : C % 71, 23, H % 10,50.

Le désoxycholate de méthyle peut donc être préparé facilement à un degré de pureté non encore atteint jusqu'ici à partir de l'acide désoxycholique pur. Le pouvoir rotatoire trouvé est notablement inférieur à celui admis par les auteurs cités, mais correspond exactement avec celui de l'acide désoxycholique pur. Dans le cas de l'ester cristallisé dans le méthanol, la diminution du pouvoir rotatoire est liée à la quantité de solvant fixée par la molécule.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation de la cyclohexylidène-cyclohexanone par le nickel de Raney*. Note [1] de MM. **Henry Gault** et **Guy Masson**, présentée par M. Marcel Delépine.

Dans une Note récente [2] R. Heilmann et L. Beregi ont publié les résultats de leurs recherches sur l'hydrogénation, en présence de nickel de Raney, de cétones β-éthyléniques acycliques.

Nous sommes ainsi amenés à décrire, à notre tour, les essais d'hydrogénation auxquels nous avons soumis, en présence de ce même catalyseur, une cétone β-éthylénique alicyclique, la cyclohexylidène-cyclohexanone.

G. Vavon, Anziani et Herynk [3] ont antérieurement signalé l'emploi du noir de platine, comme catalyseur d'hydrogénation de cette cyclénone, en cyclanol correspondant, et plus récemment Howards, J. W. Blagden et G. Clarck [4] ont mentionné l'emploi du nickel.

Nous nous sommes proposé nous-mêmes de rechercher s'il était possible de déterminer des conditions expérimentales susceptibles de rendre l'hydrogénation sélective, c'est-à-dire de l'orienter vers la production de l'un ou l'autre

---

(1) Séance du 20 janvier 1947.

(2) *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 904.

(3) *Bull. Soc. Chim.*, **39**, 1926, p. 1138.

(4) Brev. angl., n° **397883**; 1933.

des termes possibles de la réaction, en fait, surtout, de la cyclohexyl-cyclohexanone. Nous avons ainsi étudié l'influence des facteurs suivants : température, pression, activité du catalyseur, nature du solvant sur la composition des mélanges de cyclohexylidène-cyclohexanone, de cyclohexyl-cyclohexanone et de cyclohexyl-cyclohexanols (*cis* et *trans*) obtenus par hydrogénation.

Ces recherches exigeant une méthode de diagnose aussi sûre que possible, nous nous sommes arrêtés, après de multiples essais, à la technique suivante :

Le taux de cyclanol est calculé par différence entre le poids total du mélange mis en œuvre et le poids total des cétones, dosées par oximation en les assimilant à une seule et même cétone, puisque leurs poids moléculaires sont très voisins : 178 et 180 respectivement.

On détermine ensuite la proportion de cyclohexylidène-cyclohexanone dans le mélange de cette cétone avec la cyclohexyl-cyclohexanone, par fixation d'oxygène sur sa double liaison carbonée, les dosages par indices d'halogène ou rhodanométrie n'étant pas applicables, au moyen d'acide monoperphtalique en solution éthérée de titre connu.

Le meilleur rendement jusqu'à présent en cyclohexyl-cyclohexanone a été obtenu dans les conditions suivantes :

On prépare le nickel de Raney suivant la technique de M. Delépine et A. Horeau ([5]). Après neutralisation par quelques gouttes d'acide acétique, on le lave à l'alcool et à l'éther et on le met en suspension dans 50^{cm^3} d'éther anhydre. On ajoute à cette suspension 140^g de cétone éthylénique pure ([6]) et l'on hydrogène à l'autoclave agité, sous une pression initiale de 15^{kg}, en chauffant progressivement jusqu'à 55°.

Après une heure, on vidange l'autoclave et après séparation du nickel et évaporation totale de l'éther, le mélange est analysé suivant la technique qui vient d'être décrite. Il renferme 52 % de cyclohexyl-cyclohexanone et 48 % de cyclohexyl-cyclohexanol.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Obtention d'un nouveau dl-époxy-2.6 heptane méthylol-3, isomère ba, et de l'acide correspondant.* Note de M. **Marius Badoche**, présentée par M. Marcel Delépine.

Dans une Note précédente ([1]) j'ai indiqué que l'hydrogénation de l'époxy-2.6 heptène-3 méthylal-3, $C_8H_{12}O_2$, conduisait à un mélange dont, par l'intermédiaire de son phtalate acide, put être séparé à l'état pur un alcool caractérisé comme étant certainement l'époxy-2.6 heptane méthylol-3, $C_8H_{16}O_2$, qui correspond à l'acide appelé *aa* ([2]). Toutes les tentatives pour isoler de nouveaux

([5]) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 995.

([6]) H. Gault, L. Daltroff et M. J. Eck-Tridon, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, **12**, 1945, p. 952.

([1]) *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 479.

([2]) M. Delépine et M. Badoche, *Comptes rendus*, **213**, 1941, p. 413.

phtalates solides ayant échoué, il a fallu rechercher une autre combinaison donnant des corps cristallisés séparables par cristallisation et à partir de laquelle l'alcool pouvait être régénéré à l'état pur.

L'opération a réussi en faisant réagir le chlorure de dinitro-3.5 benzoyle en solution benzénique sur l'alcool dissous dans son poids de pyridine sèche, d'abord à froid, puis au bain-marie pendand 10 minutes. Le produit réactionnel, débarrassé du benzène, est dissous dans le chloroforme, puis séparé des produits accessoires par lavages au carbonate de sodium, à l'acide sulfurique dilué et à l'eau. La solution chloroformique amenée à sec fournit un dépôt cristallin, purifiable par cristallisations dans le méthanol ou l'éther. Des cristaux les moins solubles, on sépare, à côté du dinitrobenzoate fus. à 112°, isomère *aa*, déjà décrit [1], un nouveau dinitrobenzoate avec un rendement de 9 %, F 124° (fus. inst.), lequel est moins soluble que le précédent. N % ; 8,25; calc. $C_{15}H_{18}O_7N_2$: 8,28.

Régénération de l'alcool $C_8H_{16}O_2$. — Le dinitrobenzoate dissous dans son poids de méthanol est chauffé une heure au bain-marie avec un excès de soude. Le méthanol distillé dans le vide, l'alcool est extrait à l'éther, puis distillé; liquide visqueux, incolore Eb_2 84°; n_4^{20} 1,4621; D_4^0 1,0119; D_4^{20} 0,9966; R_M 39,76, calc. 40,11. Abandonné à l'air, l'alcool absorbe l'eau atmosphérique; en 12 jours, on a observé une augmentation de poids de 6,80 %; calculé pour 0^{mol},5 d'eau, 5,88 %. Les analyses se rapportent à des combustions effectuées sur le produit hydraté : trouvé % C, 61,53 et 61,60; H, 10,99 et 10,89; calculé $C_8H_{16}O_2$. 0,5 OH_2 : C, 62,68 et H, 11,19.

p.Xénylcarbamate, $C_{21}H_{25}O_3N$. — Cristallisé dans la ligroine, F 154° (fus. inst.); N %, 4, 12, valeur théorique.

Oxydation de l'alcool. Obtention d'un acide $C_8H_{14}O_3$, F 102°. — Par oxydation de l'alcool, dans les conditions précédemment décrites [1], on récolte à côté de produits neutres, 52 % d'un acide qui, après recristallisation dans l'éther de pétrole, fond à 102°. Cet acide est peu soluble dans l'eau. P. M. 157,4 par titrage à la baryte, calc. 158,1; C % 60,79, H % 8,18, théorie : 60,71 et 8,92.

Amide de l'acide $C_8H_{15}O_2N$. — L'acide F 102° fournit un amide F 189° (fus. inst.) après recristallisation dans le benzène.

De par ses analyses, le nouvel acide correspond à un isomère, non décrit, de l'acide époxy-2.6 heptane carboxylique-3. Sa structure ne doit différer de celles des isomères déjà connus, acides *aa* et *ab*, que par la position des deux groupements méthyles. Ceux-ci, série *a*, sont en *trans* d'après M. Delépine et G. Amiard [3]; tandis que le nouvel acide, F 102°, appartiendrait à la série *b*, avec les deux méthyles en *cis*, sans que l'on soit en mesure de fixer la position du groupement carboxylique (I ou II).

(1)CH_3 — CO_2H ; (2) H — (3) H ; O ; (4) CH_2 ; (7) CH_3 ; (6) H — (5) CH_2

(I).

CH_3 — H ; H — CO_2H ; O ; CH_2 ; CH_3 ; H — CH_2

(II).

---

[3] *Comptes rendus*, **215**, 1942, p. 309.

Cet acide, en réalité, avait été entrevu à deux reprises, au cours des travaux antérieurs, mais en quantité trop faible pour être décrit. Une première fois ([4]), au cours de l'hydrogénation de l'époxy-2.6 heptène-2 carboxylique-3; à côté de l'acide hydrogéné *aa*, il a été isolé une petite quantité d'un autre acide caractérisé seulement par son amide, lequel s'est montré identique au nouvel amide F 189°. Or l'hydrogénation de cet acide heptène-2 peut conduire aussi bien à des acides *a*, qu'à des acides *b*. Une deuxième fois, au cours de travaux déjà anciens sur les acides hydrogénés de l'époxy-2.6 heptène-3 carboxylique-3. De la préparation d'anilides, à partir d'acides liquides, j'avais retiré un peu d'un anilide, $C_{14}H_{19}O_2N$, F 106°; celui-ci, saponifié par la potasse dans le pentanol à 180°, avait fourni deux acides, dont l'un s'est révélé identique à l'acide F 102°.

En définitive, l'acide *ba*, F 102° (I ou II), obtenu précédemment à l'état de traces, peut désormais se préparer à partir de l'alcool *ba* qui vient d'être décrit. Quant à la formation de cet alcool lui-même, elle peut s'expliquer par la présence dans l'aldéhyde éthylénique de ses deux formes isomères *a* et *b*, mais avec forte prédominance de la forme *a*, puisque ce sont surtout ses dérivés que l'on a isolés au début. Si, dans le cas présent, un dérivé de *b* a été isolé, en l'occurrence l'alcool *ba*, on le doit principalement à la moindre solubilité de son dinitrobenzoate. A côté de cette hypothèse, on peut aussi considérer l'aldéhyde éthylénique comme ne contenant que la forme *a*; mais sous l'influence du catalyseur, une isomérisation se produirait par migration de la double liaison, analogue à celle constatée par M. Delépine et A. Horeau sur l'acide heptène-3, avec passage à l'heptène-2. La présence même momentanée d'un époxy-2.6 heptène-2 méthylal-3 ou méthylol-3, subséquemment hydrogéné, peut conduire à des corps des séries *a* et *b*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des organo-magnésiens sur la chloro-2 méthyl-2 pentanone-4*. Note de MM. **Georges Richard** et **Marcel Mirjollet**, présentée par M. Marcel Delépine.

Si l'on fait agir une molécule de bromure de phényl-magnésium sur une demi-molécule de chloro-2 méthyl-2 pentanone-4 ([1]) $(CH_3)_2.CCl.CH_2.CO.CH_3$ (dont la préparation et la stabilité ont fait l'objet d'une Note antérieure), maintenue à une température inférieure à 0°, on obtient, après destruction de la combinaison organo-magnésienne par une solution glacée de chlorure d'ammonium :

a. Une substance solide qui, recristallisée dans l'éther de pétrole, fond

---

([4]) M. Badoche, *Annales de Chimie*, 11e série, 19, 1944, p. 413.

([1]) Richard, Mirjollet et Gschwind, *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 1007.

à 81-81°,5 et répond à la formule $C_{14}H_{14}O$ (trouvé % : C 84,37, H 7,21; calc. C 84,84, H 7,07).

C'est du diphényl-1.1 éthanol-1 (méthyl-diphényl-carbinol) : $(C_6H_5)_2C(OH)CH_3$.

La cryoscopie conduit, pour cet alcool, à une masse moléculaire de 182 au lieu de 198; mais cette anomalie est courante dans la série des alcools tertiaires et peut être due à leur déshydratation partielle. Par contre, le mélange de cet alcool avec du méthyl-diphényl-carbinol, fondant à 81° et préparé par condensation entre l'acétophénone et le bromure de phényl-magnésium ([2]), ne présente aucune dépression de son point de fusion.

b. Un liquide incolore : É 131°, $n_D^{16°}$ 1,6095; $d_4^{16°}$ 1,028, de formule $C_{14}H_{12}$ (trouvé % : C 93,50, H 6,47; calc. C 93,33; H 6,66).

C'est du diphényl-1.1 éthylène (α-phényl-styrolène), $(C_6H_5)_2C=CH_2$, produit de la déshydratation normale du méthyl-diphényl-carbinol. Il en possède les constantes ([3]), s'oxyde à l'air en fournissant de l'aldéhyde formique et fixe, à froid, en présence de noir de platine, une molécule d'hydrogène pour conduire au diphényl-1.1 éthane. La proportion d'α-phényl-styrolène obtenu est d'autant plus importante que la destruction de la combinaison magnésienne qui fournit le méthyl-diphényl-carbinol s'effectue à température plus élevée; la déshydratation est presque totale si l'on opère en milieu acide.

c. un gaz, c'est du méthyl-2 propène, $(CH_3)_2C=CH_2$, que nous avons isolé sous forme de combinaison mercurielle et identifié à l'aide de son dibromure qui bout à 147° sous la pression normale et dont l'indice est de 1,5115 à 15°.

Les produits obtenus dans l'action du bromure de phényl-magnésium et de la chloro-2 méthyl-2 pentanone-4 ne sont donc pas ceux qui résulteraient d'une réaction normale. On peut donner de cette condensation anormale l'interprétation suivante :

La première phase de la réaction est sans aucun doute une condensation du magnésien et de la fonction cétone

$$(CH_3)_2CCl.CH_2.CO.CH_3 + C_6H_5MgBr = (CH_3)_2CCl.CH_2.C(OMgBr)(C_6H_5).CH_3;$$

elle est alors suivie du départ d'une molécule de chloro-bromure de magnésium

$$(CH_3)_2CCl.CH_2.C(OMgBr)(C_6H_5).CH_3 \rightarrow (CH_3)_2C-\overset{3}{C}H_2-\underset{\displaystyle -O}{\overset{\cdot\cdot}{C}}(C_6H_5).CH_3 + ClBrMg.$$

Le radical instable ainsi engendré évolue suivant un processus assez

---

([2]) Tiffeneau, *Ann. Chim. Phys.*, **10**, (8), 1907, p. 359.

([3]) Kauffmann, *Zeits. für Phys. Chem.*, 55, 1906, p. 557.

inattendu : il serait normal en effet de songer à la formation d'un époxyde ou à celle de la cétone qui résulterait d'une transposition analogue à celle qui suit la rupture des oxydes d'éthylène ou la déshydratation des α-glycols. Or, pour expliquer la formation des produits auxquels conduit la réaction étudiée, il nous faut admettre une rupture de la molécule entre les carbones 3 et 4, rupture qui fait apparaître sur ces carbones des liaisons libres du radical instable invoqué précédemment

$$\overset{1}{C}H_3-\underset{\underset{H_3C}{\diagdown}}{\overset{2}{C}}-\overset{3}{C}H_2-\underset{\underset{O}{|}}{\overset{4}{C}}(C_6H_5).CH_3 \rightarrow (CH_3)_2C=CH_2 + C_6H_5.CO.CH_3.$$

On obtient donc du méthyl-2 propène et de la méthyl-phényl-cétone. Celle-ci réagit sur un excès de magnésien et conduit normalement au diphényl-1.1 éthanol dont la déshydratation fournit le diphényl-1.1 éthylène.

La coupure de la chloro-2 méthyl-2 pentanone-4 par les organomagnésiens est générale; elle a été réalisée également avec le bromure de méthyl-magnésium, le bromure d'éthyl-magnésium, le bromure de cyclohexyl-magnésium; dans tous les cas étudiés, on observe un dégagement gazeux de méthyl-2 propène et un alcool dont la formation est analogue à celle du diphényl-1.1 éthanol et qui répond à la formule générale $(R)_2C(OH).CH_3$, où R est le radical de l'organomagnésien utilisé.

Toutes ces réactions montrent que, dans un radical instable où les liaisons libres ne sont pas localisées sur deux carbones voisins, la saturation ultérieure de ces liaisons ne se fait pas toujours par un mécanisme analogue à celui que l'on invoque dans la classique isomérisation des oxydes d'éthylène ou la déshydratation des α-glycols, mais peut faire intervenir un mécanisme qui nécessite la rupture de la molécule.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Amination par le formamide et par ses dérivés de substitution.* Note de MM. **Jean Dœuvre** et **Jean Poizat**, présentée par M. Marcel Delépine.

Le formamide a servi à plusieurs reprises pour transformer une cétone en amine [1], [2], [3] : nous l'avons utilisé à l'égard d'une cétone non saturée, la méthylhepténone naturelle $(CH_3)_2C=CH-CH_2-CH_2-CO-CH_3$; les corps de ce type possédant la tendance à se cycliser, on pouvait penser qu'une

---

(1) Ott, *Ann. d. Chem.* **488**, 1931, p. 193; *J. prak. Chem.*, **158**, 1941, p. 302; Wegler, *Ber. d. chem. Ges.*, **68**, 1935, p. 1057; **69**, 1936, p. 2073; Mingoia, *Chem. Zentr.*, 1940, II, p. 1472; Schiedt, *J. prak. Chem.*, **157**, 1941, p. 203; Ingersoll, *J. Amer. Chem. Soc.*, **58**, 1936, p. 1808; Patrick Jr., *J. Amer. Chem. Soc.*, **68**, 1946, p. 1135.

(2) J. Dœuvre et J.-L. Courtois, *Bull. Soc. Chim.*, **11**, 1944, p. 545.

(3) Novelli, *J. Amer. Chem. Soc.*, **61**, 1939, p. 520; *Chem. Zentr.*, 1940, I, p. 3112.

amine non saturée en 1,4, telle que (I), aurait une certaine propension à former un dérivé du type pipéridine (II) :

$$\underset{\text{(I)}}{CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=CH-CH_2-CH_2-\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}}-CH_3} \rightarrow \underset{\text{(II)}}{\text{cycle : } CH_2,\ H_2C,\ CH_2,\ (H_3C)_2C,\ CH-CH_3,\ NH}$$

Indiquons tout de suite que nous n'avons pas obtenu la cyclisation attendue, et le même empêchement apparaît avec des amines non saturées en 1.4 ayant un groupe méthylénique terminal ([4]).

On fait agir le formamide en excès (4^{mol}) sur la cétone (1^{mol}); le mécanisme de transformation nous semble être celui qui a déjà été préconisé par l'un de nous ([2]), et, pour appuyer cette manière de voir, nous avons, en outre, mis en jeu le formamide N-monométhylique ([3]) et le formamide N-diéthylique. Dans les deux premiers cas, un atome d'hydrogène amidique se fixe sur la fonction cétone pour former un composé à hydroxyle tertiaire qui sera réduit par l'amide en excès; d'où un dérivé formylé d'amine qui par hydrolyse engendre une amine

$$\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>CO \rightarrow \begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>C\!<\!\begin{matrix}OH\\NH-CHO\end{matrix} \rightarrow \begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>C\!<\!\begin{matrix}H\\NH-CHO\end{matrix} \rightarrow \begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>CH-NH_2$$

Le formamide N-diéthylique qui n'a plus d'hydrogène amidique ne fournit pas de dérivé formylé, mais conduit directement à une amine tertiaire $(CH_3)_2C{=}CH-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-N(C_2H_5)_2$; à la température de la réaction le formamide disubstitué se décompose progressivement en oxyde de carbone et diéthylamine; cette dernière amine est susceptible de réagir avec la cétone pour engendrer un amino-alcool $>C(OH)-N(C_2H_5)_2$, qui serait réduit par l'amide en excès pour aboutir à l'amine tertiaire.

Les dérivés formylés ont été effectivement isolés; leur saponification par un alcali conduit à une amine non saturée du type I; mais leur hydrolyse par l'acide chlorhydrique concentré est accompagnée de la fixation d'une molécule d'eau sur la liaison éthylénique pour fournir un amino-alcool du type $(CH_3)_2C(OH)-CH_2-CH_2-CH_2-CH(NH_2)-CH_3$, qui se montre très stable à l'égard des déshydratants.

En résumé cette méthode permet d'obtenir des amines non saturées, et des amino-alcools dont l'intérêt pharmacodynamique semble être à retenir.

Partie expérimentale. — *a*. Avec le formamide la réaction dure quatre heures vers 180°, et fournit le méthyl-6 (N-formylamino)-2 heptène-5 : liquide déjà préparé ([5]), $Éb_{12}$ 150°;

([4]) R. Paul et Cottin, *Bull. Soc. Chim.*, **1**, 1937, p. 933.

([5]) Helferich et Dommer, *Ber. d. chem. Gesell.*, **53**, 1920, p. 2011.

d_4^{10} 0,915; n_C^{10} 1,4684; n_D^{10} 1,4716; n_F^{10} 1,4558; par ébullition avec de l'acide chlorhydrique il forme le chlorhydrate du méthyl-6 amino-2 heptanol-6, F 150°.

L'hydrolyse du dérivé formylé par l'acide chlorhydrique concentré à l'ébullition (1^h) engendre, après addition de soude, le méthyl-6 amino-2 heptanol-6 (rendement 35 % à partir de la cétone) : liquide sirupeux, basique, soluble dans l'eau : Éb$_{13}$ 110°; d_4^{14} 0,908; n_C^{14} 1,4568; n_D^{14} 1,4598; n_F^{14} 1,4651; viscosité η_{19} 0,952 c. g. s.; tension superficielle γ_{19} 32,3 dynes/cm, d'où parachor observé 383; calculé 389. Chlorhydrate F 150°.

b. Le formamide N-monométhylique exige une durée de chauffage de 20 heures à 180°; le dérivé formylé et l'amino-alcool qui en résultent ont fait l'objet d'une publication dans un autre périodique ([6]).

c. Le formamide N-diéthylique (4 mol.), chauffé vers 180°, durant 24 heures, avec la cétone (1 mol.) conduit directement (rendement 35 %) au méthyl-6 N-diéthylamino-2 heptène-5, liquide d'odeur ammoniacale, E_{15} 93°; d_4^{15} 0,811; n_C^{15} 1,4463; n_D^{15} 1,4500; n_F^{15} 1,4559. Cette même amine tertiaire a été obtenue, en outre, à partir du bromo-2 méthyl-6 heptène-5 ([7]), chauffé avec de la diéthylamine.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nature du lait végétal de Soja et précautions à prendre dans son emploi.* Note ([1]) de M. **Kuo-Chun Chin**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Le lait de Soja, comme le soja viande végétale ([2]), est un extrait de la graine de soja et a été réalisé par le philosophe chinois Whai-Nan-Tze, bien avant l'ère chrétienne. La fabrication a été décrite par Champion (1885), Li Yu-Ying (1905), Miller (1941), Mildred Lager (1946) etc. A partir de 1888, bien des auteurs: Balland, Cazalis, Dujardin-Baumetz, Graux, Labbé, Lecerf, Maurel et autres partisans du végétarisme, jusqu'à ceux récents (1930-1946) Dr. Dresses, Donela et Yen (1933) et autres, ont recommandé l'utilisation des farines ou du lait de soja dans l'alimentation des nourrissons; nous préciserons quelques points auxquels on n'a pas apporté assez d'attention jusqu'ici.

Les graines broyées avec l'eau froide de macération donnent une bouillie qui est filtrée; le filtrat, après traitement, constituera le lait végétal de soja. On chauffe jusqu'à ébullition pendant quelques minutes pour éliminer la substance amère (légumine). Ce sur quoi nous devons insister, c'est le fait que la composition chimique du soja viande végétale (fromage de soja) est très différente de celle du lait de soja.

Voici l'analyse du lait de soja, qui a été communiquée par le Laboratoire Municipal de Paris.

([6]) J. Dœuvre et J. Poizat, *Bull. Soc. Chim.*, 1946, p. 522.
([7]) J. Dœuvre, *Bull. Soc. Chim.*, 45, 1929, p. 353.

([1]) Séance du 20 janvier 1947.
([2]) *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 62.

	En grammes par litre.
Extrait à 100°	57,9
Matières grasses	14,2
Azote total exprimé en matières protéiques ($n \times 6,25$)	28,4
Matières saccharifiables exprimées en glucose	9,1
Matières minérales	3,5
Vitamine C (acide ascorbique)	abs.

Vitamine A : la vitamine A de ce lait est complètement oxydée et par conséquent inactive.

D'après cette analyse nous voyons qu'il y a des matières saccharifiables, 9g,1 par litre dans le lait de soja, tandis que dans le Fromage de soja il n'y en a pas, car le liquide non caillé qui contient des matières saccharifiables passe dans l'eau au moment de l'égouttage du Fromage. On confond souvent le Lait et le fromage de soja dont les compositions chimiques sont très différentes.

A première vue, le Lait de soja semble très proche du lait de Vache; il ne donne pas de dépôt, il apparaît fortement homogène, liquide et colloïdal, ne ressemblant pas au produit obtenu en délayant la farine de soja avec l'eau; il monte à l'ébullition et forme une pellicule solide à la surface comme dans le cas du lait animal; il a une odeur de lait de Vache et un léger goût de Haricot cru (légumine); il tourne, par l'effet des bacilles lactiques, rapidement en été.

Au point de vue composition chimique, le lait végétal et le lait de Vache sont différents. Le lait végétal est pauvre en hydrates de carbone, mais très riche en matière azotées. Tandis que le lait de Vache est très riche en hydrates de carbone et en matières grasses, mais très pauvre en matières azotées, ainsi que le montre le tableau suivant

Lait de Vache (teneur moyenne en 100g).

Eau	86	Matières grasses	4
Matières azotées	3,5	Sels nutritifs	0,7
Hydrates de carbone	5		

D'après les études déjà faites et les travaux effectués par nous-même, nous pouvons résumer les points essentiels suivants : dans le lait de Vache, le pourcentage de matières azotées est à peu près égal à celui des matières grasses. Le pourcentage des hydrates de carbone est le plus élevé, soit 5 %.

Dans le lait de soja le pourcentage de matières azotées est le double de celui des matières grasses. Celui des sels minéraux est 8 fois moindre que celui des matières azotées et 4 fois moindre que celui des matières grasses. Le pourcentage des hydrates de carbone est moins élevé que celui des matières azotées et des matières grasses et plus élevé que celui des substances minérales. C'est un autre point qui n'a pas retenu l'attention.

De plus, la composition chimique varie avec les graines employées et le procédé d'extraction.

Voici le résultat d'une analyse donnée par Prinsen (1896) :

Substance sèche........	6,9 %	Graisse................	1,89 %
Albumine.............	3,13	Cendres................	0,51

Dans l'usine *casio-sojaine* fondée par M. Li Yu-Ying, on a obtenu avec deux méthodes de fabrication, les résultats que voici :

	1re fabrication.	2e fabrication.
Matières azotées..................	49,511	53,272
Matières grasses..................	29,677	22,610
Matières hydrocarbonées	13,290	12,867
Sels minéraux....................	6,451	7,720
Perte..........................	1,071	3,531
	100,00	100,00

Il apparaît donc que la composition chimique du lait de soja est très variable. Il convient de l'étalonner et d'en contrôler la composition avant de le donner aux nourrissons.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *L'arachidoside, nouvel hétéroside extrait de la graine d'Arachide* (*Arachis hypogæa* L.) Note (1) de MM. **Francis Tayeau** et **Jack Masquelier**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Kryz (2) a signalé depuis longtemps que le tégument de la graine d'Arachide devait sa coloration rougeâtre à une substance soluble dans l'eau et dans l'alcool.

Il y a quelques années, l'un de nous (3) a effectué sur cette substance quelques essais préliminaires ayant permis de constater qu'il s'agissait d'un hétéroside apparenté aux phénylchromones.

Nous avons repris l'étude de cet hétéroside et nous sommes parvenus à élucider sa constitution.

Après avoir épuisé un certain poids de cuticules de graines d'Arachide à l'aide d'éther bouillant (enlèvement de l'huile), nous les avons mises en contact avec six fois leur poids d'alcool à 95°. Après filtration, nous avons soumis la solution obtenue à la distillation sous pression réduite (à une température inférieure à 60°). Nous avons obtenu ainsi un résidu (représentant environ 16 % de la drogue traitée) que nous avons épuisé par de l'éther anhydre, puis désséché dans le vide.

Le produit ainsi préparé se présente sous la forme d'une poudre amorphe rouge brunâtre. Il ne manifeste pas de propriétés réductrices, mais celles-ci apparaissent après action de l'acide chlorhydrique. L'ose qui a été libéré au

(1) Séance du 13 janvier 1947.
(2) *Chem. Centr.*, 55, 1906, p. 1625.
(3) Tayeau, in Sarthou, *Thèse doc. Univ.* (Pharmacie), Bordeaux, 1941.

cours de cette hydrolyse est le *d*-glucose (étude de son pouvoir rotatoire et de son osazone).

En vue d'étudier l'aglycone de notre hétéroside, nous avons soumis le produit à l'action de la potasse à 30 % à l'ébullition pendant un quart d'heure. Après neutralisation et addition de carbonate acide de sodium, nous avons agité la solution avec de l'éther. L'éther purifié (lavage, déshydratation, décoloration) contenait du phloroglucinol.

La solution aqueuse bicarbonatée fut alors additionnée d'acide chlorhydrique et épuisée de nouveau par de l'éther que l'on purifia comme précédemment et que l'on soumit à l'évaporation. Il resta un résidu constitué par de l'acide protocatéchique.

L'aglycone de l'hétéroside contenu dans la cuticule de la graine d'Arachide se scinde donc, sous l'influence des alcalis, en phloroglucinol et en acide protocatéchique. Comment assembler ces deux molécules ?

Nous basant sur les recherches classiques de Willstätter, d'Onslow et de Rabaté, nous pouvons admettre que nous avons affaire à un dérivé des flavanones.

Nous avons cherché à savoir si les groupements phénoliques de la molécule étaient libres ou méthylés. Les dosages que nous avons effectués (qui n'ont pas porté malheureusement sur des produits frais) nous permettent de supposer que l'une des fonctions phénol est méthylée.

En conséquence des résultats précédemment exposés et de l'analyse élémentaire, nous proposons pour l'aglycone la formule suivante :

O
OCH_3
HO
OH
CHOH
CH_2
OH

Les propriétés chimiques de l'hétéroside (réaction de Stiasny, action de l'eau de brome, de l'alun de fer, etc.) et sa possible transformation en *rouge de tanin* ou en anthocyanoside suivant les cas, nous permettent de conclure que nous avons affaire à un hétéroside appartenant au groupe des *tanins catéchiques*.

Nous proposons de nommer cet hétéroside *arachidoside*.

L'arachidoside se présente sous forme d'une poudre rouge brunâtre, amorphe, d'odeur caractéristique et de saveur astringente. Il est soluble dans l'eau et l'alcool et insoluble dans l'éther, ainsi que dans la plupart des solvants organiques.

Sa solution à 1 % dans l'alcool à 60° présente un spectre d'absorption en lumière ultraviolette (bande située au voisinage de 2800 Å).

GÉNÉTIQUE. — *Observations sur les hybrides polygénomiques de* Nicotiana *et leurs descendants*. Note (1) de MM. **Alexandre Fardy** et **Henri Hitier**.

Nous avons déjà signalé (2) l'obtention d'hybrides polygénomiques réunissant les génomes de 3 et 4 espèces différentes. De tels hybrides paraissent vigoureux mais hautement stériles et, par l'action de la colchicine, il nous a été impossible d'obtenir une fertilité analogue à celle des amphidiploïdes; chez les quadruples, en particulier, la stérilité est de règle en dépit d'une régularisation du jeu méiotique. Le dosage génomique chez ces derniers serait responsable des différentes formes de stérilité; stérilité gamétique, incapacité fonctionnelle à copulation, chute prématurée des fleurs ou des capsules.

Parmi les hybrides triples diploïdes, un seul nous a donné une descendance diploïde : l'hybride *Nicotiana rustica* L. (n 24) × [*N. Bigelovii* Wats (n 24) × *N. glutinosa* L. (n 12)] α (3) à $(24+24+12)2=120$ chromosomes en F_1. La descendance F_2, apparemment homogène, présente des pieds à fertilité plus grande mais dont le nombre chromosomique est diminué (111 à 118 chromosomes) par suite d'une élimination méiotique en F_1 : leur comportement méiotique est cependant plus régulier (55_{II} en F_2 contre 40 à 50_{II} en F_1) et ils forment de nombreuses capsules persistantes,

L'hybride triple diploïde × [N. *glauca* L. (n 12) × N. *Tabacum* L. (n 24)] α × N. *Sanderæ* Hort. (n 9) a 90 chromosomes en F_1; en dépit d'un fort pourcentage de bon pollen, il nous a donné une descendance composée uniquement de pieds haploïdes par parthénogénèse; pollen fonctionnel d'ailleurs puisque le croisement des deux hybrides triples diploïdes *rustica* — *Bigelovii glutinosa* — *glauca* — *Tabacum* — *Sanderæ* permet d'obtenir un hybride à six génomes; les descendants haploïdes présentent des degrés de fertilité variables et certains forment même des capsules. Ces différences seraient dues à l'inégalité dans la composition chromosomique des ovules de l'hybride triple diploïde. Notons que l'hybride triple haploïde réunissant les génomes entiers des 3 parents est totalement stérile.

Nous avions signalé dans une Note précédente (2) l'obtention de l'hybride triple N. *Sanderæ* Hurt. (n 9) × [N. *glauca* L. (n 12) × N. *Langsdorffii* Weim. (n 9)] α, lequel est stérile. Le croisement réalisé dans le sens inverse nous a donné par contre un hybride triple haploïde à fertilité partielle. Rendu triple diploïde, cet hybride a une fertilité encore plus élevée. Son comportement méiotique est autosyndétique en dépit des rapports allosyndétiques de sa forme haploïde.

Nous avons réussi, d'autre part, à rendre quadruples diploïdes des hybrides

---

(1) Séance du 13 janvier 1947.

(2) *Comptes rendus*, 221, 1945, p. 453.

(3) α = amphidiploïde.

quadruples haploïdes, c'est-à-dire réunissant des génomes de quatre espèces différentes :

1° [*N. suaveolens Lehm.* (*n* 16) × *N. quadrivalvis* Pursh. (*n* 24)] α × [*N. glutinosa* L. (*n* 12) × *N. glauca* L. (*n* 12)] α. L'hybride haploïde a 64 chromosomes, le diploïde 128; bien que le comportement méiotique de celui-ci soit nettement plus régulier que celui de l'haploïde et aboutisse à la formation de 40 à 80 % de bon pollen suivant les époques, on note la chute prématurée des fleurs et une stérilité complète.

2° L'hybride quadruple [*N. quadrivalvis* Pursh. (*n* 24) × *N. Tabacum* L. (*n* 24)] α × [*N. glutinosa* L. (*n* 12) × *N. glauca* L. (*n* 12)] α, stérile sous sa forme haploïde (72 chromosomes), l'est également sous sa forme diploïde (144 chromosomes) bien qu'il forme 30 à 40 % de bon pollen.

3° L'hybride quadruple diploïde [*N. glutinosa* L. (*n* 12) × *N. glauca* L. (*n* 12)] α × [*N. Tabacum* L. (*n* 24) × *N. sylvestris* Speg. et Comes (*n* 12)] α, est également stérile; malgré son comportement méiotique relativement régulier, il forme à peine 5 à 10 % de bon pollen.

Notons enfin la réalisation d'un hybride sextuple réunissant les génomes de six espèces : *N. rustica* L. (*n* 24), *N. Bigelovii* Wats. (*n* 24), *N. glutinosa* L. (*n* 12), *N. glauca* L. (*n* 12), *N. tabacum* L. (*n* 24) et *N. Sanderæ* Hort. (*n* 9) par croisement de deux formes triples diploïdes. De taille naine par suite d'une croissance extrêmement lente, cet hybride en fin de saison n'est pas encore parvenu à la floraison.

Parmi les descendants des hybrides amphidiploïdes déjà signalés ([4]), nous relevons la stabilisation de certaines formes autour d'une nouvelle formule chromosomique diminuée par rapport à celle de l'hybride initial. Tel est le cas de l'amphidiploïde *N. quadrivalvis* Pursh. (*n* 24) × *N. Tabacum* L. (*n* 24) à 96 chromosomes en F_1 qui, en F_4, a 94 chromosomes à jeu méiotique plus régulier, lequel amphidiploïde montre une vigueur et une fertilité plus élevées que les ascendants. Il en est de même de l'amphidiploïde *rustica* (*n* 24) × *Bigelovii* (*n* 24) à 96 chromosomes en F_1 qui est en voie de stabilisation autour de 87-90 chromosomes en F_4. D'autres, par contre, stabilisés d'emblée en F_1, maintiennent en F_4 leur nombre chromosomique par le jeu d'un comportement méiotique comparable à celui d'une espèce pure, par exemple, *suaveolens* (*n* 16) × *glutinosa* (*n* 12); *suaveolens* (*n* 16) × *quadrivalvis* (*n* 24); *Bigelovii* (*n* 24) × *glutinosa* (*n* 12). Certains autres se sont montrés jusqu'à présent réfractaires à une évolution progressive en dépit d'une sélection suivie que nous effectuons tous les ans par le choix comme porte-graines du pied le plus fertile, par exemple les amphidiploïdes *Sanderæ* (*n* 9) × *plumbaginifolia* (*n* 10) et *suaveolens* (*n* 16) × *plumbaginifolia* (*n* 10). Certains même sont non seule-

(4) A. Fardy et H. Hitier, *Comptes rendus*, 220, 1945, p. 251; H. Hitier et A. Fardy, *Comptes rendus*, 220, 1945, p. 120.

ment réfractaires à la stabilisation, mais ils ont tendance, l'autofécondation s'effectuant difficilement, à se croiser avec un des parents, ce qui leur fait perdre la formule amphidiploïde initiale. En particulier, dans le cas de l'amphidiploïde *glauca* (*n* 12) × *Tabacum* (*n* 24), nous avons remarqué que cette tendance est plus ou moins accusée suivant la variété de *Tabacum* utilisée dans le croisement; ainsi, avec la variété *purpurea*, l'amphidiploïde *glauca* × *Tabacum* (*purpurea*) n'a pu se maintenir à 72 chromosomes et a baissé, par recroisement avec *Tabacum*, à 61-62 chromosomes.

CHIMIE AGRICOLE. — *Analyse électrocapillaire et caractères physicochimiques du sol.* Note ([1]) de M. **Wladislas Kopaczewski**, présentée par M. Albert Demolon.

L'analyse électrocapillaire que nous avons essayé d'élaborer en 1924 et appliquer depuis à l'étude d'un certain nombre de liquides biologiques colloïdaux ([2]), n'a pas encore servi à l'analyse des sols; elle fait l'objet de la présente Note.

Nous avons choisi trois types de sols : sable du Littoral atlantique, terre de jardin et terre rouge argileuse de Rabat (Maroc). Après dessiccation à 110°C., broyage léger, tamisage et nouvelle dessiccation à la même température jusqu'à poids constant, nous avons fait des extraits à la même température, en additionnant 20^{g} de chacun de ces sols de 100$^{cm^3}$ d'eau distillée. Après refroidissement à 15°C. et filtration de ces extraits, nous avons fixé, tout d'abord, quelques caractères physicochimiques de ces liquides; ils nous ont donné à 15°C. :

	H_2O.	Sable.	Terre de jardin.	Terre rouge.
Densité	1,000	1,045	1,040	1,045
Matières sèches à 105°C. (%)	—	0,5	0,2	0,6
Viscosité spécifique	1,000	1,012	1,008	1,006
Tension superficielle (dynes/cm)	73,0	73,0	73,0	73,0
Conductibilité électr.	$40,2.10^{-5}$	7,6	8,4	12,0
pH (Bleu de Br-thymol)	6,8	7,4	7,0	6,7

Pour effectuer l'analyse électrocapillaire, nous avons choisi trois colorants peu ou point dialysables : le 1er électronégatif : nigrosine; le 2e amphotère : alizarine sulfonate de sodium et le 3e électropositif : vésuvine; leur concentration finale était dans les trois cas de 0,5 %. Le papier filtre utilisé portait la marque *pur chiffon*; on a découpé des bandelettes, larges de 1^{cm}, en suivant les nervures du papier; les essais furent faits à 15-17°C.; il s'accompagnaient toujours d'une expérience-témoin (dispersion des colorants dans l'eau).

([1]) Séance du 20 janvier 1947.

([2]) W. Kopaczewski, *Traité de Biocolloïdologie*, **1**, p. 450 et **3**, pp. 150-365.

Voici les résultats obtenus :

	Ascension (en cm).					
	Nigrosine		Alizarine		Vésuvine	
Sels.	H_2O.	Colorant.	H_2O.	Colorant.	H_2O.	Colorant.
H_2O..........	12,0	12,0	8,0	6,5	14,0	6,5
Sable..........	12,0	12,0	8,0	5,5	14,0	6,2
Terre de jardin..	12,0	12,0	5,5	2,5	10,5	4,5
Terre rouge.....	12,5	12,5	11,5	11,5	14,0	5,5

Nous tirerons de ces résultats les conclusions suivantes :

1° Chaque sol influence d'une manière particulière l'ascension des colorants amphotères et électropositifs.

2° Chaque sol retient à sa manière les molécules d'eau, ce qui se traduit par la hauteur d'ascension de ce solvant dans les interstices capillaires du papier-filtre.

3° La rapidité d'ascension du colorant ou du solvant est également fonction de la nature du sol.

Étant donnée la finesse de cette technique analytique et sa sensibilité (le taux de matière sèche dans nos extraits ne dépassait point 10^{-4}); elle pourrait, après l'établissement de certaines corrélations, constituter une méthode, simple et fidèle, utilisable dans l'étude des sols.

TECHNIQUE HISTOLOGIQUE. — *La détection rapide des cellules chromaffines intestinales par les complexes ammoniacaux d'argent à chaud.* Note [1] de M. **Frédéric Gluckmann**, présentée par M. Paul Portier.

M. Masson à montré en 1914 que les cellules entérochromaffines avaient ce pouvoir particulier de réduire *directement* le nitrate d'argent ammoniacal à l'état métallique, c'est-à-dire en dehors de tout mordançage préalable ou de l'action ultérieure d'un réducteur (cellules argentaffines):

La méthode qu'il a proposée pour les mettre en évidence est sans doute très élective. Mais elle a deux inconvénients assez sérieux : la lenteur de son action et son peu de précision, puisque la durée de son application peut varier, avec le même réactif, du simple au triple et plus (de 8 à 24 et même à 48 heures).

Cette imprécision est encore accentuée par les variations de la température ambiante avec les saisons, une simple différence de 10 degrés, par exemple, entre la température du laboratoire en hiver et en été pouvant modifier notablement la rapidité de la réaction, et vicier ainsi les résultats.

La technique exposée ci-dessous fait valoir la notion de l'accélération de la vitesse de réaction avec l'élévation de la température [2]. En maintenant le

---

[1] Séance du 20 janvier 1947.

[2] Nous avons énoncé le principe de cette méthode en 1943, dans une Note préliminaire parue dans le *Bulletin d'Histologie*, 3, p. 63.

réactif à une température élevée et constante, d'environ 40° au-dessus de la température ambiante, on détermine un accroissement extraordinaire de la rapidité de la réduction, qui peut atteindre le coefficient 250. La durée d'application est ainsi réduite *à quelques minutes*. Cette durée et la température du réactif étant invariables, les résultats obtenus sont *rigoureusement comparables*.

La signification des cellules argentaffines a donné lieu à beaucoup de controverses. Elles ont suscité de nombreuses recherches dans ces dernières années, surtout aux États-Unis. Il est bien probable que ces éléments, qui siègent à l'intérieur des glandes des différents segments du tractus digestif, sécrètent une substance destinée à être captée par les nerfs périglandulaires, comme Masson l'avait déjà suggéré, nerfs qu'elle stimulerait directement. Il s'agirait d'une sorte de médiation chimique inversée. De nombreuses images histologiques indéniables d'endocrinie argentaffine, sur lesquelles nous reviendrons ultérieurement, semblent confirmer cette hypothèse. Tout semble indiquer que ces cellules participent au déterminisme de l'automatisme intestinal.

La nature chimique de la substance argentaffine reste obscure.

Schmidt, qui découvrit, en 1905, la chromaffinité de ces cellules, attribua à leur produit de sécrétion une identité chimique avec l'adrénaline.

En réalité, les deux substances ne sont pas identiques. Car, si elles ont un même pouvoir réducteur sur les bichromates alcalins, elles se comportent différemment vis-à-vis des complexes d'argent. L'adrénaline, dans les conditions techniques habituelles, *se dissout* dans les liquides fixateurs, de sorte qu'elle n'existe plus sur les coupes étalées sur lames, tandis que le principe argentaffine, tout en étant soluble dans les alcools et les liquides histologiques, fait exception à l'égard *du formol*, et du formol seul, qui le transforme en un produit insoluble, et résistant à l'action des agents utilisés pour l'inclusion.

L'action de l'aldéhyde formique peut être expliquée de deux manières :

1° Elle entrerait *en combinaison chimique* avec la substance entéro-chromaffine, formant un produit nouveau, insoluble, et conservant intacts les groupemenls réducteurs OH, et serait sans action sur l'adrénaline cellulaire ; c'est l'hypothèse la plus plausible ;

2° L'aldéhyde formique produirait la coagulation du milieu intérieur *du grain*, dans les cellules argentaffines seulement, formant une trame fibrinoïde qui emprisonnerait les molécules de la substance réductrice, le processus étant d'ordre purement physique : cette hypothèse, qui ne préjuge naturellement pas de la constitution chimique particulière de cette substance, se heurte cependant à une difficulté, car il faudrait admettre une action différente du formol sur les protéines des deux sortes de cellules, ce qui est très problématique.

En résumé, si par sa chromaffinité le principe argentaffine dénote une identité de constitution diphénolique avec l'adrénaline, par son argentaffinité il prouve *une différence* d'état physicochimique de l'hormone surrénale, — qui rend parfaitement compte de la divergence de son action hypothétique sur la musculature intestinale par rapport à celle de l'adrénaline.

Comme réactifs à utiliser *à chaud* pour la détection des cellules argentaffines, on peut se servir de solutions de toute une série de complexes d'argent ammoniacaux, qui, bien qu'également électifs, offrent des puissances d'action variables : carbonate, chromate, bichromate, iodate, nitrate, sulfite, sulfate d'argent ammoniacal, — leur différence d'efficacité (qui semble relever du pH

de la solution) pouvant offrir un certain intérêt pour des cas particuliers. Pour les préparer, on précipite une solution de nitrate d'argent à l'aide du sel alcalin correspondant (ou avec l'ammoniaque, pour le nitrate), et on redissout le précipité avec l'ammoniaque. Le plus maniable et le plus efficace est le complexe d'azotate, qui est aussi le plus stable.

On le prépare, en ajoutant à 100$^{cm^3}$ d'une solution à 10 % d'azotate d'argent, environ 10$^{cm^3}$ d'ammoniaque pure (titrée à 28° Bé), qui précipite d'abord et qui redissout ensuite le précipité. L'excès d'ammoniaque diminuant l'énergie du réactif, on laisse persister dans la solution (parfaitement cristalline) un très léger nuage blanchâtre de précipité. La solution, filtrée, est mise dans des boîtes verticales à rainures, que l'on chauffe *rapidement* au bec Bunsen jusqu'à 55°, et que l'on place au thermostat à paraffine, réglé à 56°. On se sert d'organes *très frais*, intestin, appendice, etc., fixés au Bouin (ou au formol pur à 10 %, moins recommandable), inclus dans la paraffine et débités en coupes minces, fortement collées aux lames. Déparaffinées et égouttées de l'eau distillée, les lames sont immergées dans le bain d'argent par 12 ou 14, et successivement (pour ne pas refroidir la solution). Les solutions, qui s'appauvrissent vite, doivent être remplacées souvent, en principe après un chauffage de 45 minutes (c'est-à-dire après un traitement de plus de 50 préparations dans un même bain).

La marche de la réaction peut être contrôlée au microscope. Après 1 ou 2 minutes, les cellules argentaffines apparaissent déjà (à un faible grossissement) sous la forme d'un fin piqueté jaunâtre. *Cinq minutes* sont une durée moyenne, suffisante pour la plupart des cas (dix minutes constituant un maximum). On passe les lames dans une solution tiède d'hyposulfite de sodium à 5 %, et on les rince à l'eau courante; on colore légèrement et l'on monte.

Les granulations massives des cellules nerveuses du ganglion argentaffine du cæcum des Singes [3] sont décelées plus rapidement encore. Ces grains, dont la capacité réductrice est très énergique à cause de leur grande taille, sont répartis uniformément dans toute la masse de la cellule. Une imprégnation métallique trop intense formerait écran, très opaque, pour la lumière projetée, qui gênerait la lecture des préparations. Avec un traitement des coupes de *deux minutes*, on peut distinguer parfaitement le pigment argentaffine dans les prolongements cellulaires, très loin au delà du corps de la cellule.

EMBRYOGÉNIE EXPÉRIMENTALE. — *La parthénogenèse expérimentale chez le Lapin*. Note de M. CHARLES THIBAULT, présentée par M. Maurice Caullery.

On a observé depuis longtemps, chez les Mammifères, des ovules tubaires plurinucléés et à cytoplasme divisé ou non. Certains ont voulu voir dans ces formations un début de segmentation parthénogénétique. Cependant, les

---

(3) *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 517.

aspects nucléaires, l'irrégularité des blastomères, l'état du cytoplasme, conduisent à conclure qu'il s'agit d'œufs en voie de dégénérescence. C'est Champy (1927) qui rapporta le premier cas de véritable parthénogenèse; dans une culture d'ovaire de Lapine, il trouva un ovocyte vierge segmenté en huit blastomères; mais c'est Pincus qui a réalisé les recherches les plus importantes sur la parthénogenèse expérimentale chez les Mammifères. Dans une série d'articles, parus de 1932 à 1940, il a montré que divers traitements physiques appliqués à l'ovocyte de Lapin, soit *in vitro*, soit *in situ* dans les trompes, activent l'ovule, qui, dans certains cas, se segmente. Deux embryons parthénogénétiques sont même venus à terme, montrant ainsi que la parthénogenèse expérimentale, chez les Mammifères, peut être effective.

L'importance de la parthénogenèse effective chez les Mammifères ne peut échapper à personne. Aussi les travaux de Pincus méritaient-ils d'être confirmés. C'est pourquoi nous avons repris cette étude, en utilisant les techniques mêmes du biologiste américain. Chez la Lapine, soumise à l'action d'hormones gonadotropes, nous refroidissons les ovocytes tubaires pendant des temps de durée variable et à différentes températures, le refroidissement étant considéré par Pincus comme le meilleur des traitements parthénogénétiques.

Voici les séries d'expériences que nous avons réalisées :

1° Refroidissement *in vitro*, à 6°C., pendant 15 minutes, d'ovocytes tubaires cultivés dans du plasma homologue.

2° Refroidissement *in situ* d'ovocytes tubaires, à 6°C., pendant 10 à 15 minutes, au moyen d'un manchon parcouru par de l'eau à 6°C. et entourant la trompe sur toute l'étendue où se trouvent les œufs.

3° Refroidissement *in situ* d'ovocytes tubaires, à 0°C. pendant 3 à 4 minutes, par un morceau de glace placé sur la région de la trompe contenant les œufs.

En utilisant l'un de ces trois modes de refroidissement, on active plus de la moitié des œufs traités. L'activation, qui se manifeste par une rétraction de l'ovocyte à l'intérieur de la membrane pellucide, s'accompagne de modifications nucléaires diverses : tantôt le second globule polaire est émis, alors l'ovocyte possède un stock haploïde de chromosomes; tantôt le deuxième fuseau de maturation, sur lequel les chromosomes se trouvent groupés en métaphase quand l'ovule est pondu, émigre vers le centre et ses chromosomes prennent la forme allongée des chromosomes somatiques; enfin les chromosomes en métaphase peuvent se séparer légèrement, prenant l'aspect de diades. Dans ce cas, la télophase n'a pas lieu, le second globule polaire n'est pas émis et l'ovocyte contient d'emblée le stock diploïde de chromosomes. L'activation peut donc conduire, comme dans certains cas de parthénogenèse naturelle, à la régulation chromosomique par rétention du 2° globule polaire. Dès lors, on conçoit que, si la segmentation s'accomplit régulièrement, l'embryogenèse puisse aboutir à des jeunes normaux.

Or, les résultats suivants montrent que la segmentation peut se produire dans une proportion atteignant parfois 50 % des œufs traités. Chez la Lapine 48, dont les œufs avaient refroidi *in situ* à 0° C. pendant 3 minutes, 31 heures après le traitement 3 œufs sur 15 étaient segmentés en 2 blastomères. Chez les Lapines 31, 45 et 47, dont les œufs avaient été recueillis respectivement 48, 52 et 79 heures après le traitement (à 6° C. pendant 12 minutes pour la première et à 0° C. pendant 3 minutes pour les deux autres), sur 19 œufs recueillis, 8 étaient des morulas à des stades plus avancés. Dans quelques morulas, certains noyaux offrent un aspect lobé et une texture vacuolaire, indiquant qu'ils sont voués à la dégénérescence; mais la plupart se présentent normalement, certains sont même en division et les figures mitotiques sont fréquentes.

Ainsi nos résultats confirment entièrement les travaux de Pincus et montrent que, par la seule application, pendant un laps de temps très court, d'un petit glaçon sur la trompe contenant les œufs, technique encore plus simple que celles utilisées par le biologiste américain, on obtient aisément l'activation de l'œuf de Lapin et sa segmentation.

Pour découvrir les mécanismes mis en jeu, une analyse cytologique minutieuse s'impose, analyse qui devra tenir compte des résultats obtenus dans les autres ordres d'animaux par les différents procédés de parthénogenèse expérimentale. Cette étude constitue l'objet de nos recherches actuelles.

PHARMACODYNAMIE. — *Inversion de l'activité pharmacodynamique dans le domaine du système nerveux autonome, par doublement de la molécule.* Note de Mme **Leya Buchel**, Mlles **Denyse Kohler** et **Jeanne Lévy**, présentée par M. Maurice Javillier.

Jusqu'à ces dernières années, les pharmacologues n'ont apporté aucune explication générale du mécanisme d'action des substances antagonistes. Les conceptions de Woods (1) et de Fildes (2), celles de Woolley (3), résumées dans un récent article sur les relations entre constitution chimique et action biologique des antivitamines, firent faire à ce problème quelques progrès.

De même, les observations de Meunier, Mentzer et leurs collaborateurs (4), dans le domaine des vitamines K, les ont amenés à des considérations intéressantes; les molécules doubles du phtiocol, première vitamine K connue, et de

(1) *Brit. Journ. exp. Path.*, **21**, 1940, p. 24.

(2) *Lancet*, **1**, 1940, p. 955.

(3) *Currents in biochemical research*, New-York, p. 357.

(4) P. Meunier, C. Mentzer, Buu-Hoï et Cagniant, *Bull. Soc. chim. Biol.*, 25, 1943, pp. 384-390; P. Meunier, *Bull. Soc. Chim.*, 1945, pp. 517-527.

la 3-méthyl-4-oxycoumarine, qui se comporte comme une vitamine K, sont douées d'un pouvoir antivitamine K indéniable.

Des constatations analogues ont été faites au sujet de la vitamine H[1], et du diamino-4.4′ benzyle; cette dernière substance, découverte par Kuhn, Moller et Wendt ([5]), qui peut être considérée comme l'acide aminobenzoïque doublé, manifeste des propriétés bactériostatiques importantes.

Dans le domaine de la coagulation sanguine, comme dans celui de la croissance, le doublement moléculaire aboutit à l'inversion des actions physiologiques.

De tels faits semblent même dépasser les séries des vitamines et des facteurs de croissance; ils s'étendent, tout au moins dans un cas particulier, à des substances douées d'activité pharmacodynamique et agissant dans le domaine du système nerveux autonome.

En effet, dans le groupe des amines à fonction éther-oxyde phénolique décrites antérieurement par l'une d'entre nous et Ernest Kahane ([6]), nous avons pu montrer que deux d'entre elles, le *p.* méthylphénoxy-1-amino-2-éthane *p.* $CH_3—C_6H_4—O—CH_2—CH_2—NH_2$ (J.L. 478) et la bi (*p.* méthylphénoxy-1-éthyl) amine (*p.* $CH_3—C_6H_4—O—CH_2—CH_2)_2NH$ (J.L. 477), dont la seconde est constituée par la molécule symétrique double de la première, possèdent, tout au moins, aux doses liminaires, des actions antagonistes vis-à-vis du système sympathique.

Nous avons pu établir par toute une série d'expériences, que le 478 est un sympathomimétique imparfait. Les doses liminaires de 5^{mg} de 478 par kg., injectées par la voie intraveineuse chez le Chien, provoquent une action hypertensive et vasoconstrictrice qui se rapproche de celle de l'adrénaline. Aux injections répétées deux ou trois fois de suite du 478, fait suite, chaque fois, le même effet hypertenseur. La spartéine ([7]) sensibilise également à l'adrénaline et au 478 les cellules innervées par le sympathique vasculaire. Néanmoins, le 478 se différencie de l'adrénaline, car ses effets hypertenseurs ne sont pas inversés par l'yohimbine. A cet égard, il se comporte comme la *p.* oxyphényléthanolméthylamine (sympathol) et l'éphédrine. Comme l'éphédrine, il amplifie l'action vasodilatatrice de l'histamine ([8]). Par contre, il se distingue de l'éphédrine, dont les effets vasoconstricteurs sont inversés par le J.L. 408 [bi-(phénoxy-1-éthyl) amine]. D'autre part, il est comparable à la paraoxyéphédrine et l'éphédrine dont les actions hypertensives sont diminuées par la cocaïne. Il se distingue du J.L. 407 (phénoxy-1-diméthyl-amino-2-éthane) ([9]), car il ne possède aucune propriété excito-ganglionnaire.

Le 478, aux doses liminaires, se conduit donc comme un sympathomimétique imparfait,

---

([5]) *Berichte*, 76, 1943, p. 406.

([6]) Ernest Kahane et Jeanne Lévy, *Bul. Soc. Chimie Biol.*, 27, 1945, pp. 562-576.

([7]) R. Hazard, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 486.

([8]) M. Bariety et Denyse Kohler, *C. R. Soc. Biol.*, 135, 1941, p. 161.

([9]) Z. M. Bacq, *Archiv. intern. Pharm. et Ther.*, 52, 1936, p. 471; L. Justin-Besançon et Denyse Kohler, *C. R. Soc. Biol.*, 124, 1937, pp. 912-915.

se rapprochant de la *p*-oxyéphédrine, de la *p*-oxyphényléthanolméthylamine (sympathol) et de l'éphédrine. D'autre part, aux doses plus élevées et subtoxiques de 3 à 5^{cg} par kilogramme, les propriétés pharmacodynamiques du 478 s'inversent. Des effets vasodilatateurs et sympatholytiques se substituent à l'action sympathomimétique manifestée aux doses liminaires.

Or, si faibles que soient les doses de 477 injectées, elles ne provoquent jamais, chez le Chien, qu'une action hypotensive et vasodilatatrice; seuls, des effets adrénolytiques, qui se développent rapidement avec l'élévation des doses administrées, ont été observés avec cette amine secondaire. Enfin, le 477 est nettement antagoniste du 478 : il provoque l'inversion de l'action hypertensive du 478.

Le doublement de la molécule du 478 exalte ses effets secondaires qui n'apparaissent qu'aux doses subtoxiques, si bien qu'ils deviennent électifs dans le 477. Comme cette action secondaire se trouve être antagoniste de l'action sympathomimétique élective du 478, le doublement de la molécule conduit, dans ce cas particulier, à une substance douée des propriétés antagonistes de celles que présente la molécule simple.

Conclusions. — Le doublement de la molécule du *p*-méthylphénoxy-1-amino-2-éthane a permis la réalisation d'une substance douée de propriétés sympatholytiques antagonistes de celles de la molécule simple.

BIOLOGIE. — *Propriétés biologiques et quelques caractères chimiques du résidu* colloïdal *de l'urine.* Note [1] de MM. **Marcel Bessis** et **Georges Sandor**, présentée par M. Charles Laubry.

Il est connu de longue date que, dans l'urine, passent régulièrement les agglutinogènes érythrocytaires; bien que l'activité inhibitrice de l'iso-agglutination de ce liquide biologique soit très faible, connaissant la parcimonie avec laquelle des substances à grosses molécules sont excrétées par les reins, il nous a paru intéressant d'étudier l'urine comme source productrice de substances de groupes sanguins.

Les urines de 24 heures de sujets appartenant à des types différents, A, B, O et Rh positif et Rh négatif, ont été mises à dialyser contre l'eau courante dans les boyaux de viscose (capriscose) pendant 48 heures, puis concentrées au 1/100 de leur volume primitif environ dans le vide vers 30°, enfin dialysées à nouveau pendant 48 heures contre l'eau courante sous pression dans des sacs de collodion préparés et montés suivant les indications de l'un de nous [2].

On obtient de cette manière une solution plus ou moins fortement teintée par l'urochrome. Le dosage colorimétrique des sucres par la méthode à l'orcine d'après M. Sœrensen [3] indique une teneur qui varie entre 0,009 à 0,03 %

---

(1) Séance du 20 janvier 1947.

(2) G. Sandor, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 17, 1936, p. 877.

(3) M. Sœrensen et G. Haugaard, *Biochem. Zeitschrift*, 266, 1933, p. 247.

rapportée à l'urine normale et exprimée en galactose-mamnose (en proportions égales). Le pouvoir réducteur après hydrolyse acide (acide sulfurique à 5 % à 120° pendant une heure) nous donne un taux de 0,015 à 0,03 % exprimé en glucose et rapporté toujours à l'urine normale. On trouve enfin 0,005 à 0,01 % de N dans cette même solution, mais l'acide trichloracétique ne provoque pas (ou exceptionnellement des traces infimes) de précipités, ce qui prouve l'absence de protéides. Les caractères de coloration dans la réaction à l'orcine s'accordent assez bien avec ceux que devrait avoir un polyoside construit à base de galactose-mannose en proportions égales, et il y a donc de fortes chances pour qu'il s'agisse d'un polyoside comparable à celui que Bierry ([4]) a isolé à partir des protéides sériques. La teneur en azote s'accorde, d'autre part, assez bien avec un complexe constitué de ce polyoside et de polypeptides de poids deux fois plus grand environ, ce qui nous conduirait aux substances de groupes sanguins isolées par divers auteurs à partir de sources variées (muqueuse gastrique du porc, liquide des kystes ovariens pseudomuqueux, etc.).

Et, en effet, ce résidu *colloïdal* de l'urine est doué d'une activité inhibitrice de l'iso-agglutination à un degré excessivement poussé, puisqu'en général, 1^{γ} inhibe l'action des agglutinines de 4^{l} de sang non dilué, ce qui nous mène par les notations habituelles à des taux de l'ordre de 1/25000 assez comparables à ceux que Morgan et ses collaborateurs ([5]) ont signalés avec leur polyoside *pur* obtenu à partir d'autres sources.

Des essais préliminaires, cependant, paraissent indiquer que la substance est douée d'activité antigénique *in vivo* et provoque la formation d'iso-agglutinines chez le Lapin.

Notre méthode de préparation paraît être la méthode idéale pour obtenir des substances de groupes sanguins. La source première, l'urine normale de l'Homme, est très facilement accessible, la technique de préparation, d'une simplicité extraordinaire; elle ne nécessite aucune manipulation violente et aboutit d'emblée, par une sélection purement biologique, à une substance de pureté très poussée.

([4]) Bierry, *Comptes rendus*, **141**, 1932, p. 1271.
([5]) W. T. J. Morgan et H. K. King, *Biochem. Journal*, **37**, 1943, pp. 640-651.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Oxydation bactérienne de l'acide l-malique en présence d'un inhibiteur de l'oxydation de l'acide oxalo-acétique.* Note (¹) de M. **André Lwoff**, Mlles **Alice Audureau** et **Relda Cailleau**, présentée par M. Maurice Javillier.

Le mutant S de la Bactérie *Moraxella Lwoffi*, au contraire de la forme originale N, est capable d'utiliser les acides succinique, fumarique et *l*-malique comme aliments carbonés. Les deux formes produisent cependant de l'acide oxalo-acétique aux dépens des autres diacides en C_4. Nous avions conclu (²) que la mutation N → S permet l'utilisation des diacides par une voie différente du schéma : acides succinique → fumarique → malique → oxaloacétique → CO_2 + acide pyruvique. Nous apportons des faits nouveaux à l'appui de cette conclusion.

Les Bactéries S sont cultivées à 35°C. dans le milieu :

$SO_4(NH_4)_2$: 0g,75 — SO_4Mg : 0g,05 — citrate ferrique : 0g,05 — PO_4KH_2 : 1g,3 — PO_4Na_2H, $2H_2O$: 10g — acide *l*-malique : 1g,

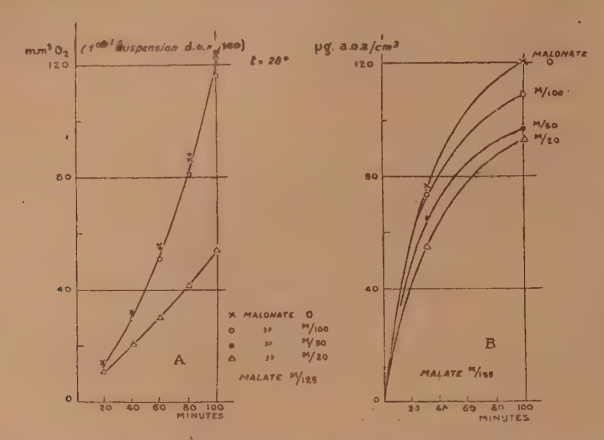
dans des fioles à fond plat, agitées. Après centrifugation, les Bactéries sont mises en suspension dans le milieu ci-dessus; 2^{cm^3} sont introduits dans l'espace central de la fiole du manomètre de Warburg. Dans le diverticule, on introduit : 1° du malate de sodium; 2° du malonate de sodium; 3° de l'eau, q. s. pour $0^{cm^3},5$. Le contenu du diverticule sera déversé sur les Bactéries après la lecture du zéro. Une suspension bactérienne identique est agitée dans des fioles d'Erlenmeyer et l'acide oxaloacétique est dosé par la méthode de Straub.

Des expériences préliminaires ont montré que l'acide malonique M/100 inhibe la destruction de l'acide oxalo-acétique M/1000 par les Bactéries S. L'acide *l*-malique M/125 empêche d'ailleurs lui-même la destruction de l'acide oxalo-acétique M/1000. Cela explique l'accumulation d'acide oxalo-acétique en présence d'acide malique. On voit (*fig*. B) que la production d'acide oxalo-acétique a varié suivant la concentration en malonate de 93 à 120 μg/cm³ en 100 min. L'étude de la respiration montre : 1° que l'acide malonique M/20 n'inhibe pas l'oxydation de l'acide malique, mais empêche la croissance; 2° qu'en présence d'acide malonique M/100 et M/50, les bactéries respirent et se développent comme dans le témoin. En 100 min., 1 cm³ de la suspension a consommé 120 mm³ d'O_2. Pendant le même temps, la suspension équivalente

(¹) Séance du 20 janvier 1947.

(²) A. Lwoff et A. Audureau, *Ann. Inst. Pasteur*, **67**, 1941, p. 94; **70**, 1944, p. 51 et **73**, 1947 (à l'impression); A. Lwoff, *Cold Spring Harbor Symposium*, **11**, 1947 (à l'impression).

a produit au maximum 120$^{\mu g}$ d'acide oxalo-acétique. Or, pour cette production à partir de la quantité stœchiométrique d'acide malique, il faut à peu



près 10 mm³ de O_2. Cela signifie que l'oxydation de l'acide malique en acide oxaloacétique correspond à moins de 9 % de l'oxygène consommé. On notera aussi que la respiration augmente, en raison de la croissance, alors que la vitesse de production de l'acide oxaloacétique diminue et que l'acide malonique M/100 inhibe l'oxydation de l'acide oxaloacétique M/1000. L'acide oxalo-acétique ne saurait donc représenter une étape intermédiaire significative du métabolisme de l'acide malique.

La Bactérie *Pseudomonas saccharophila* ne détruit pas l'acide oxalo-acétique en anaérobiose ([3]), d'où Bernstein a conclu que la destruction de ce diacide n'est pas conforme au schéma classique. Le mutant S de *Moraxella* n'attaque pas non plus l'acide oxalo-acétique en l'absence d'oxygène ([2]). Sa disparition n'est donc pas le fait d'une simple décarboxylation.

Un ensemble de travaux ([4]) a montré que l'oxydation des diacides par les tissus animaux est souvent liée à une phosphorylation. On est donc en droit de se demander si l'utilisation des diacides en C_4 ne serait pas liée à une décarboxylation oxydative couplée à une phosphorylation ([5]). L'enzyme spécifique, présent chez le mutant S, ferait défaut chez la forme N.

En résumé, le mutant S de *Moraxella*, en présence d'acide malique, oxyde

---

([3]) D. E. Bernstein, *Arch. Biochem.*, 3, 1943, p. 445.

([4]) S. P. Colowick, M. S. Welch et C. F. Cori, *J. Biol. Chem.*, 133, 1940, pp. 359-373; H. Kalckar, *Biochem. J.*, 33, 1939, (1), pp. 631-641; H. A. Lardy, P. D. Boyer et P. H. Phillips, *Arch. Biochem.*, 1944, pp. 295-296; V. R. Potter, *Arch. Biochem.*, 6, 1945, pp. 439-453.

([5]) F. Lipmann et L. C. Tuttle, *J. Biol. Chem.*, 158, 1945, p. 505; S. Ochoa, *J. Biol. Chem.*, 155, 1944, p. 87.

une faible partie de celui-ci en acide oxalo-acétique. Mais le métabolisme de celui-ci est bloqué par le malate et la réaction acide malique + 1/2 O_2 = acide oxalo-acétique ne correspond qu'au dixième des oxydations totales. De plus, la respiration et la croissance se poursuivent en présence de concentrations d'acide malonique qui inhibent totalement l'oxydation de l'acide oxalo-acétique. Les acides malique et oxalo-acétique, aliments carbonés énergétiques pour *Moraxella*, ne sont donc pas métabolisés suivant la voie classique.

BACTÉRIOLOGIE. — *Étude du pouvoir pathogène des Bacilles tuberculeux jeunes.* Note ([1]) de M. **Léopold Nègre**, présentée par M. Joseph Magrou.

S'il est à peu près unanimement admis à l'heure actuelle que les bacilles tuberculeux nouvellement formés dans un milieu de culture artificiel ne deviennent tous acido-résistants que vers le 5ᵉ-6ᵉ jour de leur développement, on est resté jusqu'à présent moins bien fixé sur le degré de virulence de ces germes dans cette première période de leur croissance.

Dans des recherches effectuées avec A. Boquet et J. Valtis ([2]) et plus récemment ([3]), nous avons constaté que dans les cinq premiers jours de leur développement en voile sur le milieu synthétique de Sauton, les Bacilles tuberculeux paraissent présenter une virulence notablement inférieure à celle de cultures plus âgées. Cependant nos résultats ont comporté une certaine irrégularité provenant du fait que, par leur mode de formation, les voiles jeunes, comme l'ont montré J. Bretey et J. Browaeys ([4]), contiennent, dans toutes leurs parties, un mélange de Bacilles d'origine récente et des germes plus âgés qui ont servi à l'ensemencement.

Pour éviter cette cause d'erreur, nous avons essayé de suivre le développement du pouvoir pathogène des Bacilles tuberculeux d'origine bovine, qui sont capables de se multiplier dans la profondeur d'un milieu de culture liquide, comme le milieu à l'œuf de Besredka.

En déposant par un dispositif approprié ([5]) les Bacilles d'ensemencement à la partie inférieure du tube contenant le liquide de culture sans souiller la masse de ce dernier, on peut penser que dans les jours suivants la moitié supérieure du milieu ne contient que des germes de formation récente.

([1]) Séance du 13 janvier 1947.

([2]) *Ann. Inst. Pasteur*, 44, 1930, p. 247.

([3]) *C. R. Soc. Biol.*, Séance du 21 décembre 1946.

([4]) *Ann. Inst. Pasteur*, 71, 1945, p. 331.

([5]) Petit tube de verre cylindrique passant à travers le coton qui obture l'orifice supérieur du grand tube contenant le milieu de culture, son extrémité inférieure touchant presque le fond du tube.

Les prélèvements du milieu ainsi ensemencé ont été effectués après 2, 3, 4, 5, 6 et 21 jours à mi-hauteur du liquide. Dans la grande majorité des cas, l'examen microscopique de ce dernier, prélevé le 2e jour après l'ensemencement, n'a pas révélé la présence de Bacilles acido-résistants, alors que ceux-ci apparaissent en général le 3e jour. On peut en conclure que ces derniers étaient de formation récente.

Nous avons effectué des dilutions en eau physiologique du liquide de culture à des taux divers (1/5, 1/10, 1/100, etc. de centimètre cube). $0^{cm^3},1$ de chacune d'elles était ensemencé sur le milieu de Löwenstein et 1^{cm^3} inoculé à des cobayes par la voie sous-cutanée et à des Lapins par la voie veineuse.

La numération des colonies développées sur le milieu de Löwenstein nous a permis de connaître plus exactement que par pesée le nombre de germes vivants contenus dans 1^{cm^3} de chaque dilution. En comparant chez les animaux inoculés les lésions provoquées par un nombre sensiblement équivalent de germes, nous avons pu apprécier les différences qui existent au point de vue de leur pouvoir pathogène entre les Bacilles tuberculeux nouvellement formés (3-4 jours) et ceux plus âgés (6-21 jours).

Nous avons constaté que ces différences sont peu marquées lorsque les animaux sont inoculés avec un petit nombre de germes (moins de 100). Comme il s'agit d'une infection paucibacillaire, les Cobayes et les Lapins qui ont reçu des Bacilles âgés de 21 jours ont parfois, comme ceux qui ont été inoculés avec des germes très jeunes, des lésions peu importantes.

Pour avoir des résultats plus nets, il faut infecter les animaux avec au moins 100 à 500 Bacilles et, encore mieux, avec plus de 500 germes.

Chez les Cobayes et les Lapins inoculés avec ce nombre de Bacilles prélevés dans des cultures au 3e ou au 4e jour de leur développement et sacrifiés dans un délai de 6 semaines à 3 mois après leur infection, les organes n'ont que de très rares tubercules ou en sont apparemment indemnes.

Par contre, les animaux inoculés avec des quantités semblables de Bacilles plus âgés (6 jours) et sacrifiés dans les mêmes délais ont de nombreux tubercules sur leurs divers organes. Leurs lésions sont donc beaucoup plus importantes que celles provoquées par des Bacilles âgés de 3 à 4 jours, mais ne sont pas aussi prononcées que celles des Cobayes et des lapins inoculés avec des bacilles ayant atteint le 21e jour de leur développement. Dans ce dernier cas on trouve des tubercules souvent confluents et généralisés à tous les organes.

Il ressort de nos expériences que les Bacilles tuberculeux ont, dans la première semaine de leur développement, une virulence inférieure à celle des Bacilles âgés de trois semaines. Le pouvoir pathogène qui les caractérise plus tard commence à apparaître vers le 6e jour. On peut remarquer que la période

pendant laquelle les Bacilles tuberculeux ont une virulence atténuée coïncide avec celle durant laquelle un grand nombre d'entre eux n'ont pas encore acquis leur acido-résistance.

La séance est levée à $15^h 40^m$.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 30 septembre 1946.)

Note de M. *Maurice Roy*, Écoulement permanent subsonique pour une grille de profils :

Page 497, *au lieu de*

$$Z = \frac{1}{\gamma \mathfrak{M}_0^2}(1 - r^\gamma) + \left(1 - \frac{\cos^2\alpha_0}{r}\right), \tag{2}$$

lire

$$Z = \frac{1}{\gamma \mathfrak{M}_0^2}(1 - r^\gamma) + \left(1 - \frac{\cos^2\alpha_0}{r}\right) - \sin\alpha_0 \sqrt{\varphi^2 - \frac{\cos^2\alpha_0}{r^2}}. \tag{2}$$

(Séance du 13 novembre 1946.)

Note de M. *Panos Grammaticakis*, Remarques sur la réactivité du groupe azométhinique vis-à-vis des organomagnésiens mixtes :

Page 805, ligne 36, *au lieu de* dibenzile, *lire* benzile.

(Séance du 27 novembre 1946.)

Note de MM. *Albert Goris* et *Sébastien Sabetay*, Sur la nature de la matière odorante des cultures du bacille tuberculeux :

Page 933, ligne 27, *au lieu de* Des corps bacillaires triés, *lire* Des corps bacillaires tués.

(Séance du 23 décembre 1946.)

Note de MM. *Didier Bertrand*, *Henri Belval* et Mlle *Gilberte Legrand*, L'oxydation du cytochrome par le laccase :

Page 1190, dernière ligne, *au lieu de* à pH 6,8 ou à 6,3, *lire* à pH 6,8 ou à 7,3.

(Séance du 23 décembre 1946.)

Note de M. *Maurice Breistroffer*, Sur la découverte de quelques plantes sublittorales dans la Drôme (Dauphiné) :

Page 1177, 2e ligne, *au lieu de* Aube, *lire* Aude.

Note de MM. *Darius Molho* et *Charles Mentzer*, Sur la bromuration des coumarines au moyen de la N-bromosuccinimide :

Page 1142, 7e ligne en remontant, *au lieu de* Dissoudre 0g,4 de sodium dans 20^{cm^3} d'alcool absolu; ajouter 3g d'[α-brométhyl-]-3, méthyl-4 méthoxy-7 coumarine pulvérisé, *lire* Dissoudre 0g,4 de sodium dans 20^{cm^3} d'alcool absolu; ajouter 3g d'acétylacétate d'éthyle, puis 3g d'[α-brométyl-]-3, méthyl-4 méthoxy-7 coumarine pulvérisée.